



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mikko Rinta

KIRISTYSTYÖKALU MÄNNÄN YLÄ- OSALLE

Wärtsilä Oyj Abp

Tekniikka ja liikenne
2016

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Mikko Rinta
Opinnäytetyön nimi	Kiristystyökalu männän yläosalle
Vuosi	2016
Kieli	suomi
Sivumäärä	30 + 19 liitettä
Ohjaaja	Timo Gröndahl

Opinnäytetyönä suunnitellaan Wärtsilän moottoreiden huollon yhteydessä käytettävä työkalu, joka toimitetaan uuden moottoripaketin yhteydessä asiakkaalle. Moottoreihin vaihdetaan männien yläosat tietyin väliajoin tehtävässä huollossa. Asiakkaalle toimitetaan ohjeet yläosan vaihtoa varten, mutta työssä tarvittavia työkaluja ei välttämättä ole saatavilla, jolloin työ saatetaan tehdä väärin. Wärtsilä haluaa varmistua oikein tehdystä vaihtotyöstä, jotta ikäviltä ja kalliilta yllätyksiltä voitaisiin välttyä. Suunniteltava työkalu helpottaa vaihtotyön tekemistä oikein.

Työkalu suunnitellaan Vaasassa valmistettaviin W32- ja W34-moottoreihin. Näissä moottoreissa käytetään yhteensä viittä eri mäntämallia, joissa yläosan kiinnityspulttien jako vaihtelee. Myös pulttien kiristysmomentit ja -asteet vaihtelevat mäntämallin mukaan. Käytettävät pultit ovat niin sanottuja venymäpultteja, jolloin kiristys on tehtävä oikein tai liitos ei täytä suunniteltua kestävyys vaatimusta.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin suunniteltua helposti muunneltava ja käytettävä sekä edullisesti valmistettava työkalu. Työkalu varmistaa, että kiristys tehdään oikein, jolloin moottorin luotettavuus pysyy korkealla tasolla myös tehdyn huollon jälkeen. Kun asiakkaalle jää moottorista luotettava kuva, näkyy se yleensä tulevaisuuden tarjouspyyntöinä. Toisaalta tämä työkalu auttaa pienentämään myös takuukorjauskustannuksia, kun huoltoja tehdään takuunalaisille moottoreille.

ABSTRACT

Author	Mikko Rinta
Title	Tightening Tool for Piston Top
Year	2016
Language	Finnish
Pages	30 + 19 Appendices
Name of Supervisor	Timo Gröndahl

In this thesis the aim was to design a tool which is used in the overhauling of Wärtsilä's engine. The tool is to be shipped to the customer with a new delivered engine pack. The top of the piston is changed at certain intervals within maintenances. Guides and instructions are provided for the customer but often the right equipment is missing and the work may go wrong. Wärtsilä is interested in ensuring that this work is done correctly as it will decrease the risk of expensive and unpleasant surprises. The tool which was designed will help in executing the work correctly.

Working on the thesis started with creating a requirement list. According to this list was created two different concepts were created of which the second one was chosen to be designed. The designed tool will fit W32 and W34 engines which are produced in Vaasa. There are 5 different piston models used in these engines in which the pattern of the piston top retaining bolts differ from each other. Even the tightening torque and degree is different depending on the piston model. Bolts used in this application are stretchy so the tightening needs to be done correctly so the joint will meet its designed durability requirement.

The result of this thesis is easily modifiable and usable tool which is also affordable to manufacture. The tool ensures that the tightening is done correctly which will increase engine reliability after this service. When the customer receives a reliable picture of the engine it usually results in a new request for quotation. On the other hand this tools helps to decrease the warranty costs for Wärtsilä when these services are done to an engine which still has its factory warranty.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

LIITELUETTELO

LYHENTEET JA KÄSITTEET

1	JOHDANTO.....	9
1.1	Työn tavoitteet	9
1.2	Toimeksiantaja.....	9
2	LÄHTÖKOHDAT.....	11
2.1	Työn alustelu.....	11
2.1.1	Vaatimuslista.....	11
2.1.2	Käytettävät työkalut	12
2.2	Työn vaatimukset ja tavoitteet	12
3	KONSEPTIVAIHE	13
3.1	Tarkastelu ja tutkiminen	13
3.2	Ideointi ja hahmottelu	14
3.3	Kehitettävän työkalun valinta	15
4	SUUNNITTELUTYÖ	16
4.1	Toimintaperiaate	16
4.2	Perusosan suunnittelu.....	17
4.3	Valmistajakohtaisen kappaleen suunnittelu	17
4.4	Jatkovarren soviteholkin suunnittelu	18
4.5	Osoitin soviteosan astetaulukolle.....	20
5	VALMISTUSPIIRUSTUKSET	21
5.1	Toleranssit.....	21
5.2	Piirustusohjeet.....	22
6	VALMISTUKSEN SUUNNITTELU	23
6.1	Valmistusmenetelmät.....	23
6.2	Materiaalit	24
6.3	Pintakäsittely.....	25
7	LOPPUTULOS JA YHTEENVETO	26

7.1 Suunniteltu työkalu	26
7.2 Opinnäytetyön yhteenveto	30
LÄHTEET.....	31
LIITTEET	

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1.	Kiinnityspulttien sijainnit ja mäntien ulkopinnat	s. 13
Kuva 2.	Työkalu johteilla	s. 14
Kuva 3.	Levymäinen työkalu alapuolelta kuvattuna	s. 15
Kuva 4.	Työkalun kiinnittäminen männänhelmaan	s. 16
Kuva 5.	Componentan männän soviteosa	s. 17
Kuva 6.	Läpiviennit soviteosassa	s. 18
Kuva 7.	Soviteholkki jatkoarressa	s. 19
Kuva 8.	Osoitin astetaulukolle jatkoarressa	s. 20
Kuva 9.	Levymallinen työkalu ja W34-mäntä	s. 26
Kuva 10.	Levymallinen työkalu ja W34-mäntä, leikkauskuva	s. 27
Kuva 11.	Levymallinen työkalu ja W34-mäntä, räjäytyskuva	s. 28
Taulukko 1.	Komponenttien nimet kuvassa 11	s.29

LIITELUETTELO

LIITE 1. Vaatimuslista

LIITE 2. DAAF325264

LIITE 3. DAAF325868

LIITE 4. DAAF330263

LIITE 5. DAAF330276

LIITE 6. DAAF321914

LIITE 7. DAAF322344

LIITE 8. DAAF323959

LIITE 9. DAAF323960

LIITE 10. DAAF323961

LIITE 11. DAAF323962

LIITE 12. DAAF324955

LIITE 13. DAAF325462

LIITE 14. DAAF325470

LIITE 15. DAAF325469

LIITE 16. DAAF325472

LIITE 17. DAAF329740

LIITE 18. DAAF329738

LIITE 19. DAAF329732

LYHENTEET JA KÄSITTEET

W32	Wärtsilän valmistama moottorityyppi, sylinterihalkaisija 32 senttimetriä
W34	Wärtsilän valmistama moottorityyppi, sylinterihalkaisija 34 senttimetriä
Teamcenter	Wärtsilän käyttämä, Siemensin kehittämä sovellutus PLM-hallintaan.
PLM	Product lifecycle management, tuotteen tiedon hallinta.
NX	Wärtsilän käyttämä, Siemensin kehittämä sovellutus 3D- ja 2D-mallinnukseen.

1 JOHDANTO

1.1 Työn tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella työkalu, jonka avulla kenttäolosuhteissa suoritettavan männän yläosan vaihdon jälkeen voidaan kiinnityspulttien kiristys suorittaa riittävällä tarkkuudella. Työkalu suunnitellaan käyttökelpoiseksi männän valmistajasta riippumatta kaikkiin Wärtsilän W32- ja W34-mallin moottoreihin. Moottorimallin nimessä olevat numerot kuvaavat sylinterin halkaisijaa senttimetreinä, mikä osaltaan aiheuttaa eroavaisuuksia mäntämallien kesken vaikka valmistaja olisikin sama.

Työkalun on tarkoitus tukea vääntövartta ja astemittaa siten, että kiristettäessä tehtävän astemittauksen tulos on luotettava. Näin päästään oikeaan, työohjeessa pulttien kiristykselle määrättyyn kulmaan, joka varmistaa moottorin luotettavuuden myös männän yläosan vaihdon jälkeen. Työkalusta tehdään tarvittavat valmistuspiirustukset, mutta valmistaminen rajattiin tämän työn ulkopuolelle.

1.2 Toimeksiantaja

Toimeksiantaja on suomalainen Wärtsilä Finland Oy. Wärtsilä on kansainvälisesti johtava merenkulun ja energiamarkkinoiden voimaratkaisujen toimittaja, joka tukee asiakasyrityksiä tuotteiden koko elinkaaren ajan.

Wärtsilän liikevaihto vuonna 2014 oli 4,8 miljardia euroa ja henkilöstömäärä noin 17 700. Yrityksellä on yli 200 toimipistettä lähes 70 maassa eri puolilla maailmaa. Wärtsilällä on pitkä konepajateollinen historia ja se on toiminut muun muassa telakka-, lukko-, paperikone- ja lasiteollisuudessa. Yritys on perustettu vuonna 1834. Wärtsilän tämän hetken toiminnot on jaettu kolmeen eri organisaatioon: Marine Solutions, Energy solutions ja Services.

Wärtsilä Marine Solutions on johtava laivojen koneisto- sekä propulsio- ja ohjausjärjestelmien toimittaja ja sen markkina-asema onkin vahva kaikilla merenkulun

pääsegmenteillä. Wärtsilä toimittaa moottoreita ja aggregaatteja, alennusvaihteita, propulsiolaitteistoja, valvontajärjestelmiä sekä tiivisteratkaisuja kaikentyypisiin aluksiin ja offshore sovelluksiin.

Wärtsilä Energy Solutions on merkittävä toimittaja hajautetun energiantuotannon voimalamarkkinoilla. Se toimittaa voimaloita perusvoiman tuotantoon, kuormitus-
huippujen tasaamiseen ja teollisuuden omaan energiantuotantoon. Wärtsilän tarjoamien laitoksien vahvuudet ovat joustavat ratkaisut, korkea hyötysuhde ja matalat päästöt. Wärtsilän markkina-asema on vahva sen kaikilla pääsegmenteillä.

Wärtsilä Services tukee asiakasta koko toimitetun järjestelmän elinkaaren ajan. Se huoltaa ja kunnostaa sekä laivojen koneistoja että voimaloita. Perinteisen huolto-
toiminnan lisäksi Wärtsilä tarjoaa palvelujaan myös asiakkaan liiketoiminnan tukemiseen, kuten merkkiriippumaton huolto maailman pääsatamissa sekä ennakoiva ja moottorien kuntoon perustuva huolto ja koulutus. /1/

2 LÄHTÖKOHDAT

Vastaavanlaista työkalua ei ole aiemmin ollut olemassa, vaikka varsinkin W32-moottorityyppi on ehtinyt jo usean kymmenen vuoden ikään, /2/. Työkalulla pyritään varmistamaan suunniteltu kiristys männän yläosalle sen vaihtamisen jälkeen. Oikealla kiristämällä varmistetaan moottorin luotettavuus huollon jälkeenkin minimoimalla inhimillisten virheiden mahdollisuus. Myös työturvallisuus paranee, kun vääntövarsi saadaan tuettua suunniteltavalla työkalulla asianmukaisesti.

2.1 Työn alustelu

Projekti aloitettiin aloituspalaverilla, jossa käytiin pääkohdat tulevasta työstä läpi. Palaveriin osallistuivat työntekijän lisäksi sen ohjaajat, niin koulun kuin työn tilaajan puolelta. Varsinainen työnteko alkoi tutustumalla eri valmistajien mäntien piirustuksiin ja vertailemalla niitä toisiinsa.

Wärtsilän W32- ja W34 -moottoreissa käytetään kolmen eri valmistajan mäntiä, joissa kaikissa kiinnityspultit sijaitsevat eri paikoissa. Yksi valmistajista toimittaa mäntiä vain W32-moottoriin ja käyttää yläosan kiinnityksessä kahta pulttia. Kaksi muuta valmistajaa toimittaa mäntiä kumpaankin moottorimalliin ja niissä yläosa kiinnitetään neljällä pultilla. Erilaisia kokoonpanoja, joihin tulee voida soveltaa samaa työkalua, on siis kaikkiaan viisi.

2.1.1 Vaatimuslista

Työkalulle tehtiin aloituspalaverin jälkeen vaatimuslista, (**LIITE 1**). Listassa todetaan, että työkalun on oltava edullinen valmistaa, yksinkertainen käyttää ja kevyt käsitellä. Keveydellä ja yksinkertaisuudella pyritään varmistamaan, että työkalu todella tulee käyttöön, eikä se jää hankaluutensa takia käyttämättä ja näin ollen tämän hetkinen tilanne, jolloin oikeasta kireydestä ei voida olla täysin varmoja, vain jatkuu. Valmistamisen on oltava edullista, sillä työkalu lisätään moottorisarjan mukana toimitettavaan työkalusettiin. Työkalu suunnitellaan käytettäväksi $\frac{3}{4}$ " vääntöillä olevalle vääntövarrelle, jotta käytettävän jatkoarren kiertymä voidaan minimoida.

2.1.2 Käytettävät työkalut

Opinnäytetyö tehdään jo koulutuksen aikana hyvin tutuksi tulleilla Siemensin NX ja Teamcenter – ohjelmistoilla. Työtä aloittaessa työn tilaaja on siirtymässä vanhemmasta NX I-Deas 6.4 3D-mallinnusohjelman käytöstä sen tuoreempaan versioon NX 9.0.3. Yrityksessä on tällä hetkellä käynnissä vanhalla ohjelmistolla tehtyjen mallien muuntaminen uuden ohjelmiston kanssa yhteensopiviksi. Mäntien piirustukset ja 3D-mallit on jo muutettu uudelle sovellusversiolle, joten myös suunniteltavan työkalun mallinnus tullaan tekemään tällä uudemmallalla ohjelmistolla.

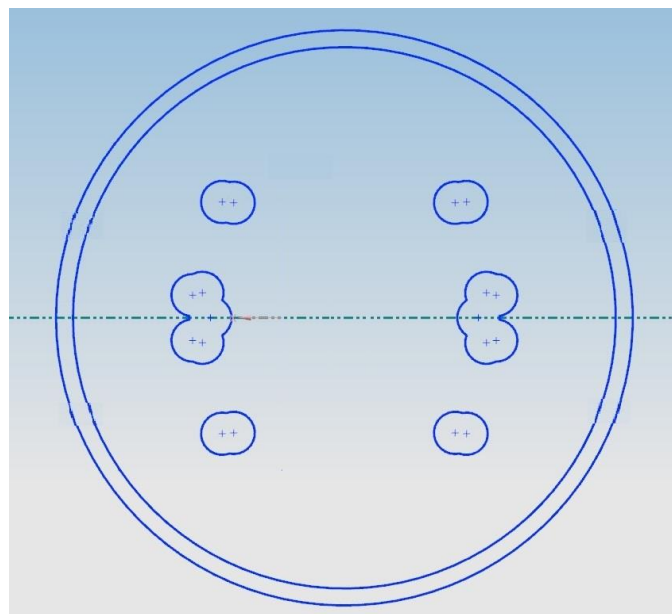
2.2 Työn vaatimukset ja tavoitteet

Työn lopputavoitteena on kehittää sellainen työkalu männän yläosan kiristykselle, jota voidaan käyttää kolmen eri valmistajan tuotteelle. Koska aiheesta tehdään opinnäytetyö, asettaa se tehtävälle työlle muitakin tavoitteita ja vaatimuksia. Työn aikana perehdyttiin eri materiaalien ominaisuuksiin, jotta pystyttiin valitsemaan tehdyn vaatimuslistan kohdat mahdollisimman hyvin täyttävä valmistusmateriaali. Työssä tulee kuitenkin ottaa huomioon, että suunniteltavan työkalun kustannukset työn tilaajalle ovat merkitsevin tekijä.

3 KONSEPTIVAIHE

3.1 Tarkastelu ja tutkiminen

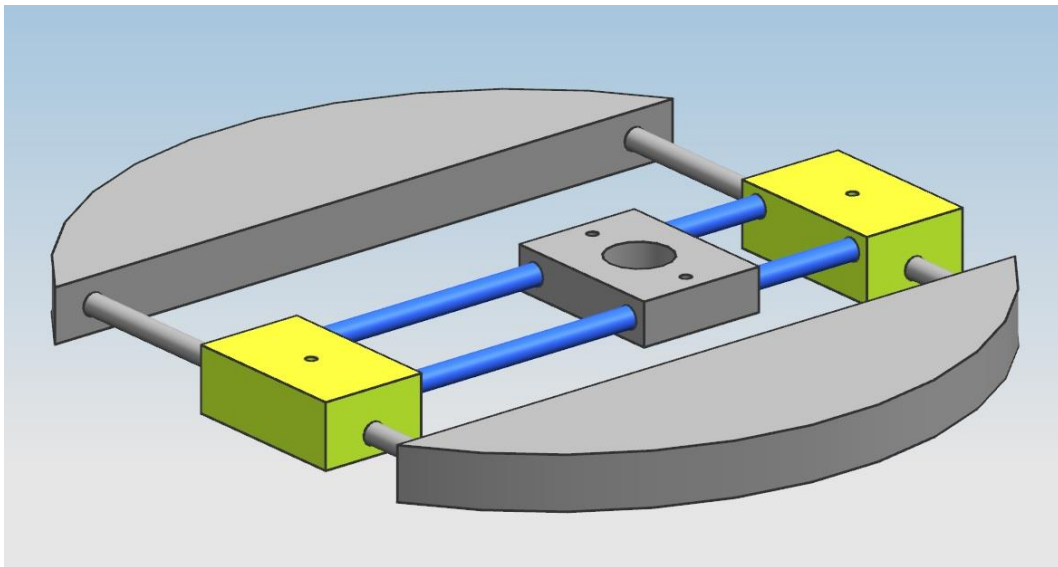
Opinnäytetyöprojektin alkuvaiheessa tekijälle toimitettiin tarvittavat kokoonpanopiirustukset tällä hetkellä käytössä olevista männistä. Koska komponentit valmistaa ja kokoaa toimittaja, ei opinnäytetyön tilaajalla ollut varsinaisia mittapiirustuksia, joista olisi selvinnyt tässä työssä tarvittavia tärkeitä mittoja. Mitat saadaan kuitenkin selville mätien 3D-malleista. Kuvaan 1 on piirretty kaikkien kolmen valmistajan männän yläosan kiinnityspulttien sijainnit, sekä W32- ja W34-mätien ulkopinnat.



Kuva 1. Kiinnityspulttien sijainnit ja mätien ulkopinnat.

3.2 Ideointi ja hahmottelu

Alusta asti päällimmäisenä ideana oli johdemainen työkalu, jossa astemittaa voitaisiin liikuttaa eräänlaisten poikkileikkaukseltaan pyöreiden johteiden avulla. Näin pultteja kiristettäessä saataisiin kiristysvälineet ja astemitta juuri oikeaan kohtaan pultin yläpuolelle. Tässä, kuvassa 2 esitetyssä työkalussa tarvittaisiin koneistettuja kappaleita, jolloin työkalun hinta ei välttämättä enää pysy asetetuissa rajoissa.



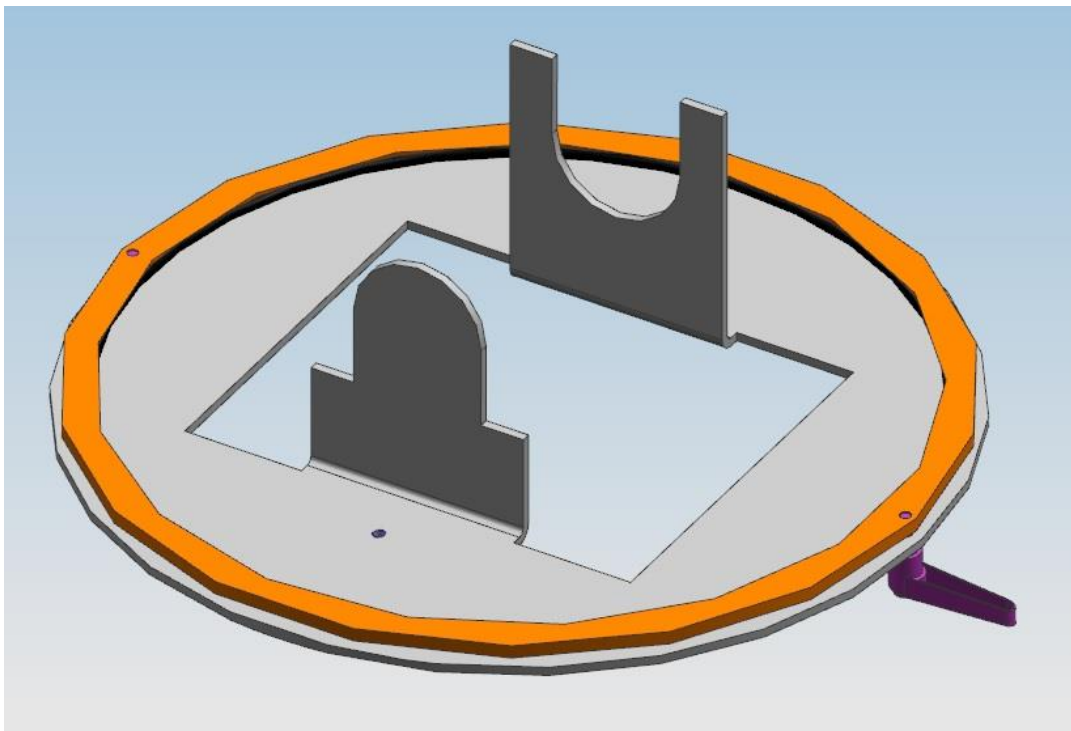
Kuva 2. Työkalu johteilla.

Ensimmäistä konseptia työkalusta luonnostellessa heräsi ajatus yksinkertaisemmasta, levymäisestä työkalusta. Levy olisi keskeltä avonainen ja tämän keskiosan nurkissa olisi puoliympyrän muodot kiinnityspulttien kohdalla, johon vääntövarsi voidaan tukea. Työkaluun voisi asettaa eri valmistajien pulttijaolle sopivan lisäosan. Koska saman valmistajan W32- ja W34-mäntien yläosan kiristyspulttien pulttijako eroaa vain muutamalla millillä, ei tätä eroa tarvitsisi ottaa huomioon ja näin ollen sama työkalu sopisi käytettäväksi kummassakin moottorimallissa kaikkien eri valmistajien männille.

3.3 Kehitettävän työkalun valinta

Kun kaksi erilaista ideaa oli hyvässä konseptivaiheessa, päätettiin työn tilaajan edustajan kanssa loppuun kehitettävästä työkalusta. Ensimmäisen konseptin mukainen työkalu todettiin liian kalliiksi valmistaa, joten päätimme jatkaa levymäisen työkalun kehittämistä, (**Kuva 3**). Lisäksi päätettiin, että W32- ja W34-moottoreille tehdään omat työkalunsa. Näin voidaan varmistaa kunnollinen työkalun istuvuus oikeaan mäntäkokoon.

Samalla päätettiin myös ostettavista komponentista, joita ei hintansa ja saatavuutensa takia kannattaisi ruveta itse suunnittelemaan tai valmistamaan. Tällaisia komponentteja ovat esimerkiksi kiristyskahvat, jotka tilattaisiin Wärtsilälle ennestään tutulta toimittajalta. Työkalun mäntään kiinnittämistä pohdittaessa päädyttiin tapaan, jossa voitaisiin käyttää Wärtsilän jo muualla käyttämää O-rengas komponenttia. Nämä komponentit eivät tarvitsisi valmistuspiirustuksia ja 3D-mallitkin ovat saatavilla valmistajan verkkosivuilta. Tässä työssä tällaisista osista tehdään osuetoerittely (**LIITE 17.**), johon merkitään komponenttien mitat, valmistajan käyttämä osanumero ja nyt luotu Wärtsilän sisäinen osanumero. Näin ostaja pystyy hankkimaan täsmälleen tässä työssä käytettävät komponentit oikealta valmistajalta.



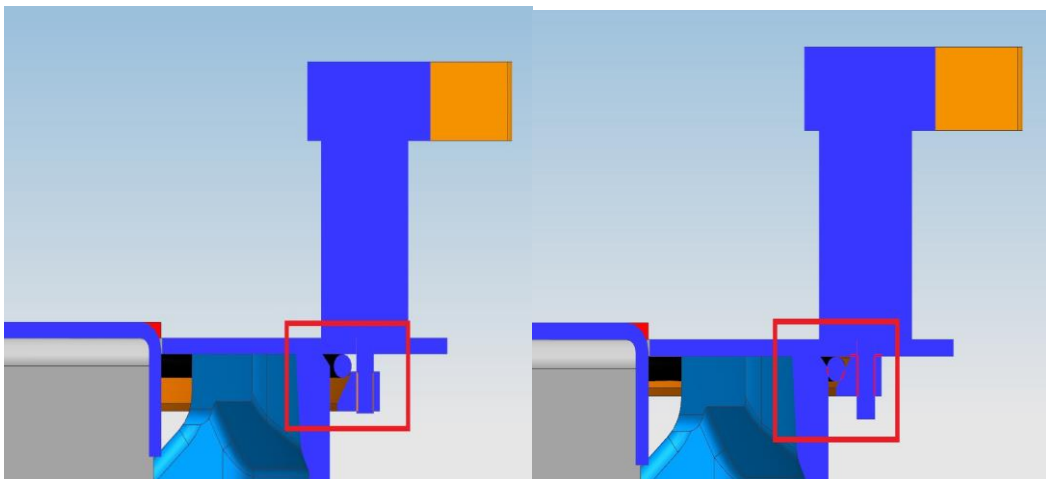
Kuva 3. Levymäinen työkalu alapuolelta kuvattuna.

4 SUUNNITTELUTYÖ

Työn tilaajan edustajan valittua kehitettäväksi työkaluksi konsepteista jälkimmäisen, pystytettiin todella keskittymään yhteen työkaluun. Tämä kyseinen konsepti valikoitui kehitettäväksi yksinkertaisen rakenteensa ja vähäisten eri komponenttien takia. Työn tilaajalla oli lisäksi omia ideoitaan, joita voitiin työkalun suunnittelussa käyttää.

4.1 Toimintaperiaate

Työkalun oikea paikoitus irrotetun männän päälle varmistetaan aukinaisen keskiosan alaspäin taivutetuilla reunoilla, jotka kohtaavat männän sisäpinnalla olevan valupinnan. Työkalun yläpinnalla olevista kahvoista kiertämällä saadaan alapuolella oleva renkaan muotoinen kiristyskaulus nousemaan ylös. Noustessaan ylös, kauluksen ja työkalun perusosan väliin jäävä O-rengas puristuu kasaan ja samalla männän ulkopintaa vasten. Kuminen O-rengas pitää työkalun paikoillaan niin, ettei se pääse nousemaan ylöspäin ja pois paikoiltaan, (**kuva 4**). Alaspäin taitetut sisäosan reunat estävät työkalun kääntymistä akselinsa ympäri.



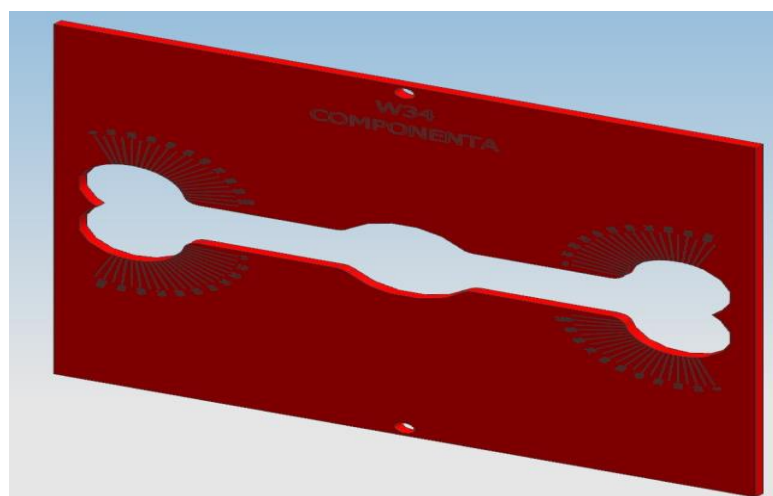
Kuva 4. Työkalun kiinnittäminen männänhelmaan.

4.2 Perusosan suunnittelu

3D-mallinnustyö aloitettiin muokkaamalla konseptivaiheessa mallinnettua työkalua palaverissa sovittujen yksityiskohtien mukaiseksi. Tarvittavat mitat tarkistettiin jälleen tilaajalta saaduista mäntien 3D-malleista ja kokoonpanopiirustuksista. Koska kummallekin moottorimallille tehtäisiin oma työkalunsa, voitaisiin nyt käyttää tarkkoja mittoja jokaisen valmistajan männistä. Ulkohalkaisija pysyy kummasakin moottorimallissa mäntävalmistajasta riippumatta samana, joten työkalun perusosaa mallinnettaessa tulisi ottaa huomioon vain sen auki leikatun keskiosan mitat niin, että jokainen pulttijaon variaatio mahtuu sen alueelle. Perusosaan tehtäisiin kierrereiät, joihin valmistajakohtainen kappale voidaan kiinnittää.

4.3 Valmistajakohtaisen kappaleen suunnittelu

Työkalun perusosan lisäksi työkalussa on eri valmistajien männille sopivat, vaihdettavat soviteosat. Jokaisen mäntävalmistajan käyttämälle pulttijaolle käytetään omaa soviteosaa, jolla kiristyksessä käytettävä jatkovarsi saadaan asemoitua ja tuettua oikeaan paikkaansa. Eri mäntien työohjeissa kerrotut astemitat ovat jokaisessa soviteosassa mäntäkohtaiset, jolloin väärin kiristämisen mahdollisuus saadaan minimoitua. Soviteosa asettuu oikealle paikalleen niin, että siinä olevat läpireiät kohtaavat perusosassa olevat kierrereiät. Soviteosa kiristetään perusosaan M6x20 pultein. Kuvassa 5 esitetään erään valmistajan männälle suunniteltu soviteosa.

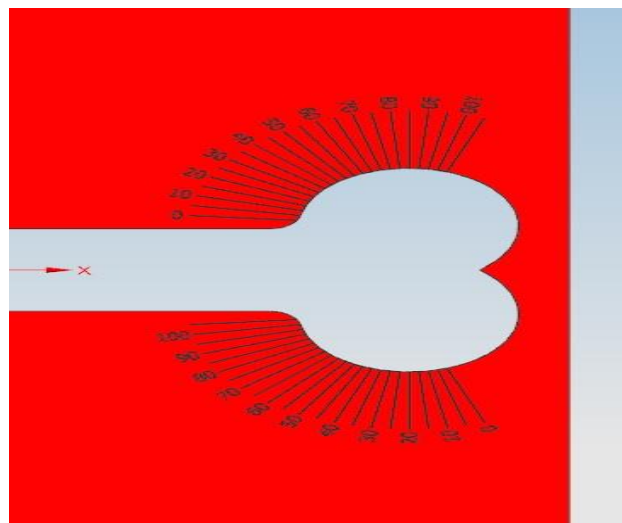


Kuva 5. Componentan männän soviteosa.

Soviteosissa olevat reiät, joista kiinnityspulttien kiristäminen tapahtuu, täytyy tehdä niin suuriksi, että käytettävä työkalu mahtuu niistä läpi. Eräässä tapauksessa kiinnityspultin avainväli on 32 mm, joka Wärtsilän käyttämissä Stahlwillen toimittamissa työkaluissa tarkoittaa yli 44 mm ulkohalkaisijaa kiristyksessä käytettävälle hylsulle. /3/ Männän ollessa ylösalaisin, kiristettävät pultit ovat jopa 30 cm syvyydellä männän helmasta mitattuna, mistä syystä kiristystyössä käytetään pitkää jatkovartta. Koska jatkovarsi on halkaisijaltaan huomattavasti pienempi kuin käytettävä hylsy, sille on suunniteltava holkki, joka tiivistää jatkovarren työkalun soviteosan reikään.

4.4 Jatkovarren soviteholkin suunnittelu

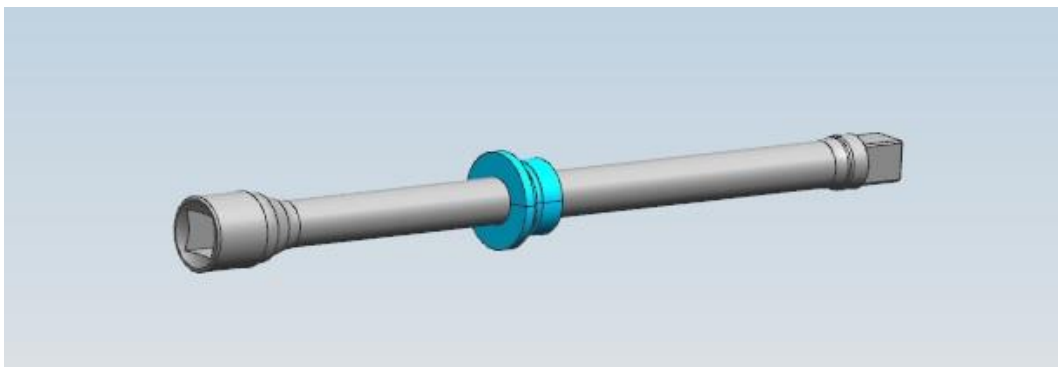
Koska erään valmistajan käyttämän M22 -pultin avainväli on siis 32 mm, on soviteosiin tehtävien läpivientien koko oltava mahdollisimman suuri, että käytettävä hylsy mahtuisi sen läpi. Läpivientien koko ei voi kuitenkaan olla määrättömän suuri, vaan toisen valmistajan käyttämä pulttijako, jossa pultit ovat hyvin lähellä toisiaan, ei salli kuin korkeintaan 37 mm halkaisijan läpiviennille. Jos halkaisijaa suurennettaisiin niin, että käytettävä hylsy mahtuisi sen läpi, esimerkiksi 47 mm, läpiviennit olisivat liian paljon limittäin ja tällöin kiristyksessä käytettävälle jatkovarrella ei riittäisi enää kunnollista tukipintaa. Kuvassa 6 on esitetty läpivienti 36 mm halkaisijalla, joka valikoitui käytettäväksi kaikissa soviteosissa.



Kuva 6. Läpiviennit soviteosassa.

Tätä suurempi ongelma on mallissa, jossa läpiviennit sijaitsevat soviteosan nurkissa. Suuremmat läpiviennit vaatisivat perusosan avonaisen keskiosan suurentamista, mikä ei ole mahdollista männän sisäosan muotojen takia. Tässä samassa mallissa käytetään 14 mm avainväliltään olevaa kuusiokolopulttia. Tällaisen pultin avaamiseen käytettävän hylsyn ulkohalkaisija Wärtsilän työkalutoimittajan valikoimissa on 34,7 mm. /3/ Tästä syystä valmistajakohtaisissa sovitelevyissä päätettiin käyttää läpivientien halkaisijana mittaa 36mm.

Soviteholkki suunniteltiin tukemaan käytettävää jatkovartta läpivientien ulkoreunoihin. Soviteholkin ulkopinnalle tehtiin ura, johon voidaan asettaa pieni jousi tai O-rengas, kun holkki halkaistaan akselinsa suuntaisesti. Näin holkin sisähalkaisija saadaan samankokoiseksi kuin jatkovarren halkaisija, jolloin osat istuvat toisiinsa mahdollisimman hyvin. Holkki on halkaistava, koska jatkovarsi on päistään paksumpi kuin keskiosastaan, johon holkin pitää tukeutua. Jousi tai O-rengaskiristys mahdollistaa nopean ja yksinkertaisen käytön, eikä erillistä kiristämistä tai säätöä tarvita. Näin holkki myös liikkuu vapaammin jatkovarren akselin suuntaisesti, jos on tarpeen, (**Kuva 7**).

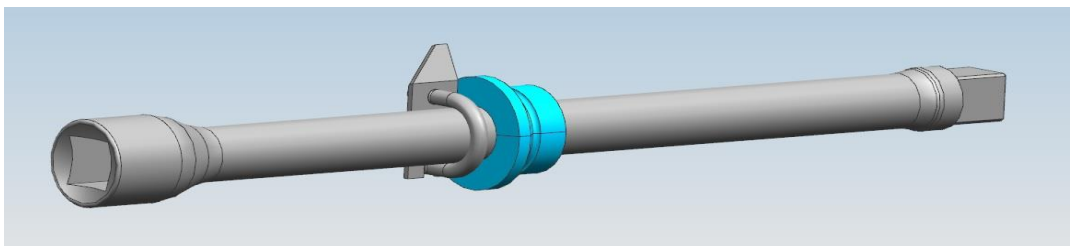


Kuva 7. Soviteholkki jatkovarressa.

4.5 Osoitin soviteosan astetaulukolle

Koska soviteholkki suunniteltiin joustavaksi, ei astetaulukon osoitinta voitu sijoittaa tähän holkkiin kiinteästi. Holkissa itsessään oleva osoitin olisi vähentänyt työkalun komponenttien määrää, mutta astemittauksen tarkkuutta pidettiin tärkeämpänä seikkana. Soviteholkkiin integroitu osoitin olisi myös hankaloittanut osan valmistusta, mikä näkyisi kasvaneina valmistuskustannuksina.

Osoitin koostuu kahdesta osasta, osoitinlevystä ja U:n muotoisesta pultista. Kiinnitys jatkovarteen tapahtuu siis puristamalla osoitinlevyä jatkovarren kylkeä vasten U-pultissa olevilla muttereilla. Yksinkertainen säätö mahdollistaa osoittimen kääntämisen niin, että vääntötyökalua ei tarvitse nostaa paikoiltaan, kun kiristäminen halutaan aloittaa astemitan arvosta 0. Kuvassa 8 osoitinkokoonpano kiinnitettynä kiristyksessä käytettävään jatkovarteen.



Kuva 8. Osoitin astetaulukolle jatkovarressa.

5 VALMISTUSPIIRUSTUKSET

Kun 3D-mallit saatiin valmiiksi, alettiin keskittymään valmistuspiirustuksiin. Valmistuspiirustukset toimitettaisiin työkalun valmistajalle, joiden mukaan osataan tehdä oikeanlaiset komponentit. Työkalussa käytetyille standardikomponenteille näitä ei tarvitsisi tehdä.

5.1 Toleranssit

Piirustuksia tehdessä tulee kiinnittää huomiota työkalun toiminnollisuuteen. Tiedetyt mitat ovat tarkempia kuin toiset. Tässä työkalussa tällaisia ovat esimerkiksi läpivientien sijainnit sovitussosassa. Näille mitoille asetettaisiin tiukemmat toleranssit kuin komponentin muille mitoille. Tulee kuitenkin ottaa huomioon, että sovitussosan on myös paikoitettava perusosaan oikein, jotta läpivientien tarkoista toleransseista on hyötyä. Myös nämä mitat täytyy toleroida tiukemmin.

Koska kiristyskaulukseen tullaan jyrsimään tai sorvaamaan O-renkaalle ura, tulee sille asettaa geometrisia toleransseja. Varsinkin sorvatessa tällaista melko hintelää, mutta isokokoista kappaletta on vaarana, että esimerkiksi koneeseen kiinnitysvaiheessa kappale vääntyy muodottomaksi. Osan tulee kuitenkin säilyttää tietty ympyrämuotoisuusvaatimus, että se varmasti sopii männän helman ympärille eikä naarmuta sitä työkalua käytettäessä.

Toleransseja käytettäessä täytyy kuitenkin pitää mielessä, että tarkempi mitta tarkoittaa aina kalliimpaa lopputulosta. Liian tarkkoja toleransseja tulee siis välttää, sillä on muistettava, että työkalun perusosa paikoittuu pelkän valupinnan avulla. Valupinnalla tarkoitetaan koneistamatonta pintaa valetussa kappaleessa ja näiden toleranssit voivat olla useita millimetrejä suuntaansa.

5.2 Piirustusohjeet

Valmistuspiirustukset tulisi tehdä työn tilaajan haluamalla tavalla, että pystytään varmistumaan paitsi piirustusten, myös valmistuksen laadun takaamisesta ja kustannustehokkuudesta. Tilaaja toimitti opinnäytetyön tekijälle tarvittavat ohjeet, joiden mukaan piirustukset olisi tehtävä. Varsinkin ohutlevyjen mallinnusta koskevat ohjeet tulivat tässä työssä tarpeeseen.

Ohutlevy mallinnusta koskevassa ohjeessa kerrottiin siihen sovellettavien standardien lisäksi kuvitetusti tärkeistä, levyjen valmistuksessa eteen tulevista rajoittavista tekijöistä. Tällaisia tekijöitä ovat esimerkiksi levyn taitoksien päästöt. Päästöillä tarkoitetaan taitoksen nurkkiin tehtävistä kevennyksistä, joilla estetään levyarkin repeäminen taitosta tehdessä. Päästöt ovat yleensä malliltaan pyöreitä leikkauksia, jolloin teräviä kulmia jää mahdollisimman vähän.

Tietyn paksuiselle materiaalille on myös asetettu pienimmät mahdolliset mitat taitettavan laipan pituudelle. Työssä käytettävälle 4 mm teräslevylle mitta on 22 millimetriä, joka täyttyy helposti. Myös taitoksen pienin mahdollinen pyöristys on määrätty ja 4 mm levyille pienin taitoksen säde on 4 millimetriä. Näin levy säilyy ehjänä, eikä ala murtumaan taitosta tehdessä.

Tähän työhön liittyy olennaisesti myös leikkaukset taitetuissa laipoissa. Mallinnuksen yhteydessä perusosan 90 astetta taivutettujen laippojen pituutta piti jatkaa niin, että leikkauksesta tehtiin epäsymmetrinen. Näin laippoja saatiin jatkettua jopa 20 mm ja perusosa paikoittuu nyt kaikkiin mäntämalleihin oikein. Leikkausten malliksi valikoitui puoliympyrä, koska näin teräviä nurkkia saadaan vähennettyä. Suunnitteluohjeessa annetaan reiän pienimmäksi etäisyydeksi taitoksesta sama arvo, kuin suositeltu laipan pienin mahdollinen pituus. Tässä tapauksessa mitta on 22 millimetriä, joka myös täyttyy vaivatta.

6 VALMISTUKSEN SUUNNITTELU

Vaikka valmistaminen jää tämän opinnäytetyön ulkopuolelle, pitää suunnittelu-työssä kuitenkin ottaa huomioon valmistukseen liittyviä seikkoja. Suunniteltavan työkalun tuli olla edullinen ja valmistuskustannuksia onkin pyritty pitämään tarkasti silmällä jo konseptivaiheesta alkaen. Lisäksi materiaalivalinnoilla pystytään vaikuttamaan kokonaishintaan merkittävästi.

6.1 Valmistusmenetelmät

Levymäinen työkalu valikoitui jatkokehitykseen valmistuskustannustensa edullisuuden ansiosta. Lähes kaikki työkalun komponentit voidaan valmistaa levytyökeskuksessa, joka laseria käyttäessä on huippunopea työstökone. Komponentit ovat nopeita valmistaa yksinkertaisen muotonsa vuoksi, mikä osaltaan auttaa pitämään yhden valmiin työkalun kokonaishinnan alhaisena./4/

Kahden komponentin valmistuksessa tarvitaan pyörähdyskappaleille sopivaa työstökoneetta, joka voi olla esimerkiksi sorvi. Myös sorvien tuntihinnat ovat edullisia, mutta vaikka komponentit ovat yksinkertaisia, on työvaihe kuitenkin hitaampi verrattuna levytyökeskuksessa tehtäviin komponentteihin. Sorvit ovat lisäksi todella yleisiä työstökoneita, niitä löytyy lähes jokaisesta konepajasta.

Kallein työvaihe on jatkovarren ja soviteosan välissä käytettävä soviteholkin halkaisu. Halkaisua ei pystytä tekemään kummallakaan edellä mainituista työstökoneista, vaan se vaatii vielä erillisen koneensa. Se taas tarkoittaa yhtä ylimääräistä työvaihetta, ylimääräistä konetta ja ylimääräisiä kuluja. Halkaisulle pyrittiin suunnitteluvaiheessa etsimään muita vaihtoehtoja, mutta totesimme opinnäytetyön ohjaajan kanssa soviteholkin käytettävyyden kannalta tämän olevan paras vaihtoehto. Halkaisu voidaan tehdä esimerkiksi jyrsinkoneella tai vannesahalla, jotka ovat myös todella yleisiä laitteita konepajojen konekannassa.

6.2 Materiaalit

Materiaalien hinnat ovat iso osa tällaisen melko yksinkertaisen työkalun kokonais hinnasta. Toisaalta työkalun painoon oli kiinnitettävä huomiota ja työkalun pitäisi olla ulkoisesti laadukkaan näköinen. Myös työstettävyyks piti ottaa huomioon, sillä pienemmillä työstäjoilla voidaan vaikuttaa konetuntihintoihin.

Levymäiset osat tullaan valmistamaan levytyökeskuksessa laserilla leikkaamalla. Laserleikkaus on nopea työvaihe, joten näiden komponenttien kohdalla materiaalilla ei ole työstöajallisesti merkittävää eroa, koska tämän kaltaisilla leikkureilla voidaan työstää jopa 25 mm levyjä. /4/ Levymäiset komponentit ovat kuitenkin työkalun merkittävästi massiivisin osa, joten työkalun lopulliseen painoon näiden materiaalilla on suurempi vaikutus. Myös lopulliset kustannukset riippuvat paljon käytetystä materiaalista.

Materiaalina näissä levykomponenteissa päädyttiin käyttämään kuumavalssattua S235JR-teräslevyä sen edullisuuden, /5,13/ saatavuuden ja lujuuden sekä sitkeyden /6,1/ ansiosta. Paksuudeltaan levy on 4 mm, jolloin se kestää varmasti siihen kohdistuvat voimat. 4 mm paksuun levyyn saadaan lisäksi tehtyä tarvittavat kierteet, kun ohuemmissa levyissä ne saattaisivat jäädä liian mataliksi ja näin ollen niiden kestävyys kärsii.

Teräslevyn ongelmiin lukeutuu esimerkiksi sen paino verrattuna vaikkapa alumiiniseoksiin, jonka ominaispaino on vain kolmanneksen teräksen ominaispainosta. Toisaalta alumiiniseokset ovat merkittävästi terästä kalliimpia hankintahinnaltaan. Alumiinin etuihin lukeutuu myös sen korroosionkestävyys, jota teräsmateriaaleilla ei voida ilman pintakäsittelyä saavuttaa. /7/

Työkalun muut komponentit, kuten soviteholkki ja astetaulukon osoitin valmistetaan teräksestä niiden pienen koon takia. Komponentit ovat fyysisesti niin pienikokoisia, että niiden valmistusta suunnitellessa otetaan huomioon vain kustannustekijät. Teräs on tässä tapauksessa kustannustehokkain materiaali käytettäväksi sen jo aiemmin todettujen hyvän saatavuuden ja edullisen hankintahinnan perusteella.

6.3 Pintakäsittely

Pintakäsittelemätön teräs ei kestä korroosiota esimerkiksi meri-ilmastossa kovin pitkää aikaa, vaan sen pintaan alkaa muodostua ruostetta. Ruoste heikentää teräksen ominaisuuksia pitkällä aikavälillä. Työkalun ulkonäön ja kestävyysparantamiseksi on metallin pintaan saatava jokin korroosiota hidastava pinta.

Työkalun osat valmistettaisiin siis pääosin levytyökeskuksissa, joissa levyn leikkaaminen tapahtuu laserilla. Laserilla tehtäisiin myös astemerkinnät soviteosien pintaan. Näin teräslevyn pintaan jää vain todella pieni ura näistä astemerkeistä, jonka esimerkiksi paksu maalikerros täyttäisi kokonaan. Laseria ei voida myöskään käyttää maalatulille pinnalle, sillä se polttaisi maalin pilalle, mikä vaikuttaa työkalun ulkonäköön negatiivisesti. Maalaus ei myöskään ole tällaisessa käytössä kestävimmästä päästä pinnoitusmenetelmiä. Työkalut saavat yleensä kovaakin kohtelua osakseen ja se voisi vahingoittaa maalipintaa, jolloin ruostetta aiheuttavat tekijät pääsisivät jälleen paljaan teräksen pintaan.

Sinkki on todella tehokas korroosion suoja, sillä se on terästä epäjalompaa metallia ja suojaa näin katodisesti teräksen pintaa. Sinkki siis uhrautuu korroosiolle teräksen puolesta. Sähkösinkitsemällä saadaan lisäksi näyttävä, tasaisen hopea lopputulos ja pinnoitteen paksuus jää vain 8-24 mikrometriin. Sähkösinkitsemällä sinkki tarttuu teräksen pintaan todella lujasti, kun sinkki saostetaan altaassa sähkövirran avulla teräksen pintaan. Tarvittaessa sinkkipinnoite voidaan jälkikäsittelyn yhteydessä passivoida, jolloin sinkin pintaan muodostuu vielä kromaattinen kalvo, joka lisää korroosion kestävyttä entisestään. Passivoinnilla voidaan haluttaessa vaikuttaa myös pinnoitteen väriin. /8/

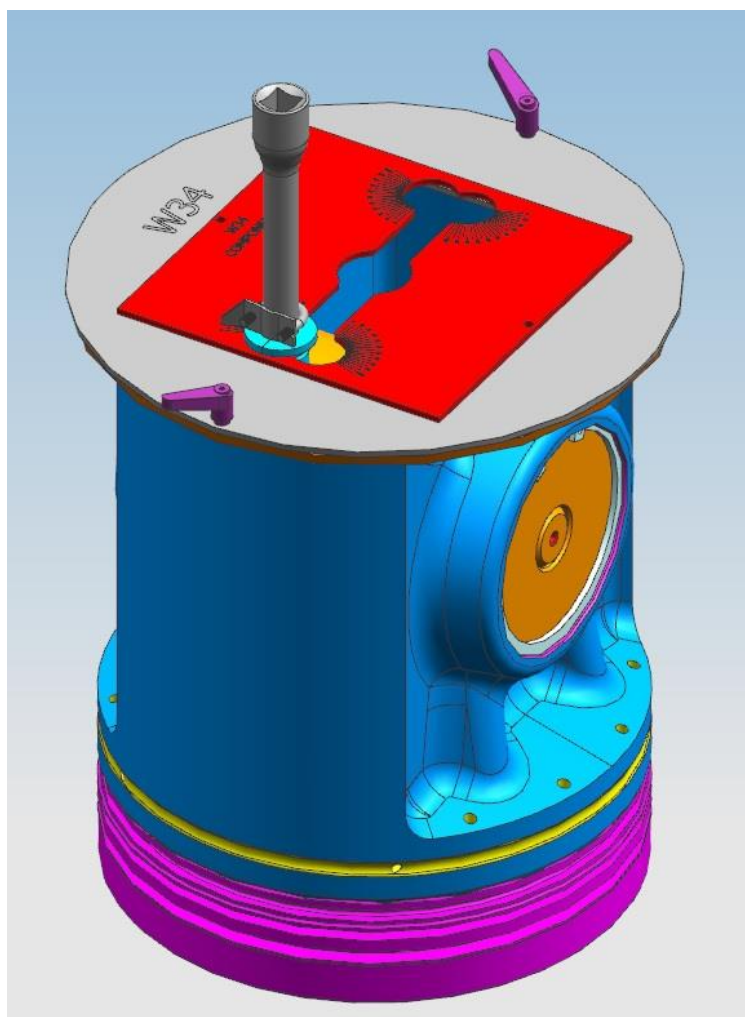
Koska pinnoite on ohut, laser-merkinnät jäävät sen alta näkyviin - toisaalta ohut pinnoite mahdollistaa merkinnät myös sinkityksen jälkeen. Sähkösinkitys on lisäksi edullinen, paljon automatisoitu työvaihe, jonka kustannukset ovat maalaukseen verrattuna huomattavan edulliset. Myös ulkonäölliset poikkeamat, kuten maalilla valuminen, ovat harvinaisia, koska sinkki tarttuu kappaleen pintaan tasaisesti sähköavulla. /9/

7 LOPPUTULOS JA YHTEENVETO

Opinnäytetyön lopputuloksena saatiin suunniteltua periaatteellisesti toimiva työkalu, jolla männän yläosan vaihto saadaan tehtyä annettujen ohjeiden mukaan. Annettuja ohjeita noudattamalla pystytään varmistamaan moottorin luotettavuus ja kestävyys myös tehdyn huollon jälkeen. Näin varmistetaan asiakkaan tyytyväisyys tuotteeseen ja seuraavakin tilaus saattaa kohdistua Wärtsilän valmistamiin moottoreihin.

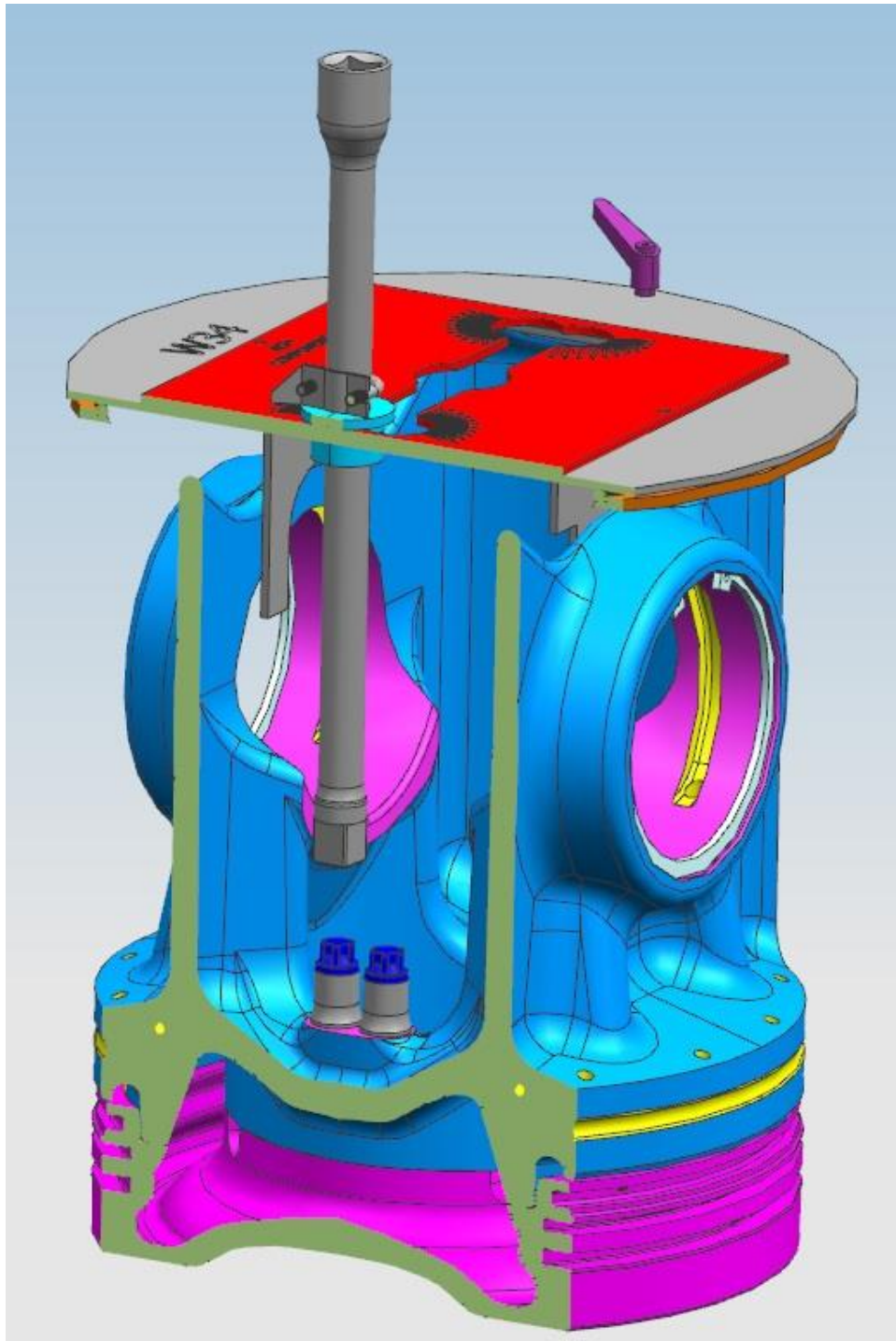
7.1 Suunniteltu työkalu

Opinnäytetyön tulos, levymallinen kiristystyökalu ja W34-moottorin mäntä, (**Kuva 9**).



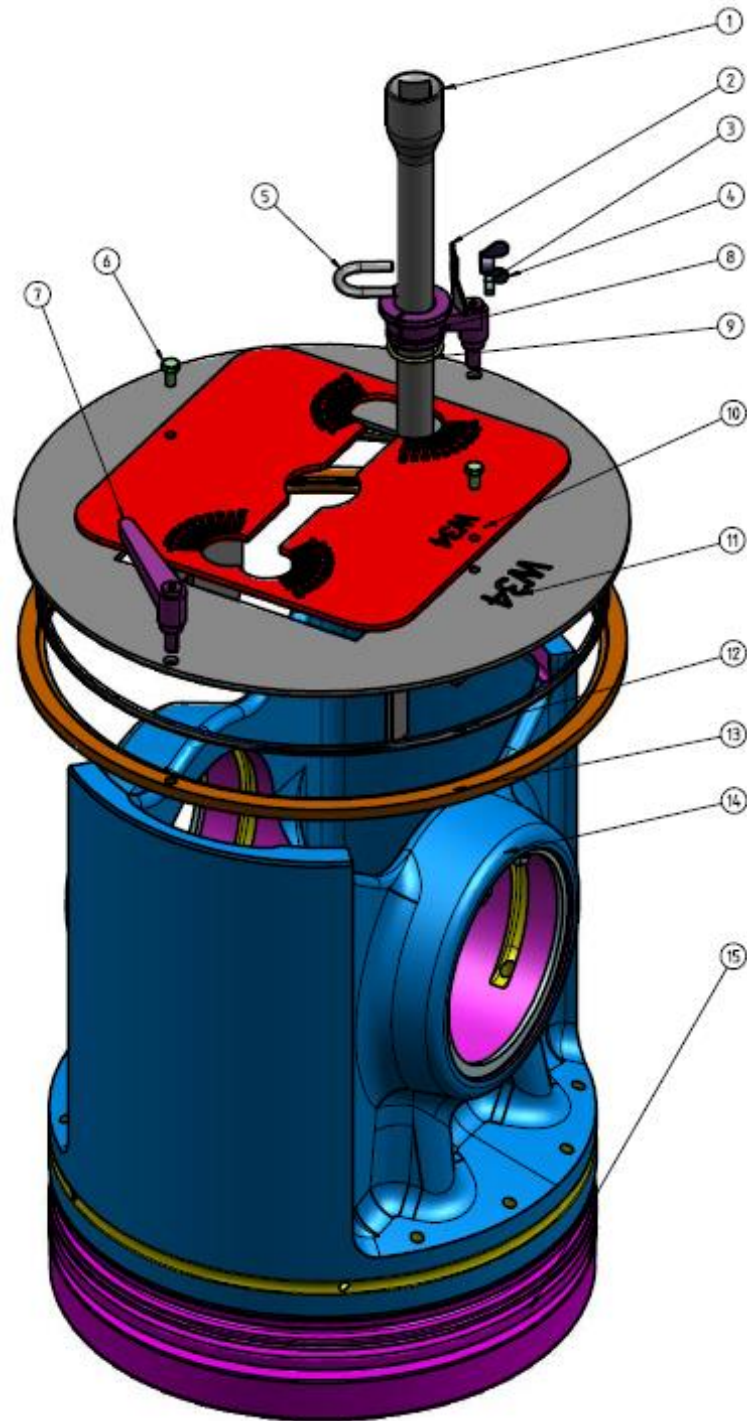
Kuva 9. Levymallinen työkalu ja W34-mäntä.

Levymallisen työkalun ja W34-männän poikkileikkauskuvasta näkyy, miten työkalu paikoittuu männän sisällä olevien pintojen avulla, (**Kuva 10**). Kuvasta on poistettu männän tappi, sillä se on irroitettava myös huollon yhteydessä. Myös käytettävä hylsy puuttuu kuvasta.



Kuva 10. Levymallinen työkalu ja W34-mäntä, leikkauskuva.

Levymallisen työkalun ja W34-männän räjäytyskuvasta näkyy, mistä osista työkalu koostuu ja miten komponentit kasataan männän helman päälle. Kuvassa 11 on numeroituna kaikki käytettävät komponentit. Komponenttien nimet on lueteltu taulukossa 1.



Kuva 11. Levymallinen työkalu ja W34-mäntä, räjäytyskuva.

Taulukko 1. Komponenttien nimet kuvassa 11.

Numero	Nimitys
1.	$\frac{3}{4}$ " jatkovarsi
2.	Astemitan osoitin
3.	M6 mutteri
4.	M6 siipimutteri
5.	Astemitan kiinnitys pultti
6.	M6x12 pultti, 2kpl
7.	Kiristyskahva
8.	Soviteholkki jatkovarrelle
9.	Kiristysjousi soviteholkille
10.	Soviteosa
11.	Perusosa
12.	O-rengas
13.	Kiristyskaulus
14.	Männän alaosa
15.	Männän yläosa

7.2 Opinnäytetyön yhteenveto

Jo ennen aloituspalaveria opinnäytetyö rajattiin pelkkään suunnittelutyöhön. Työn alkuvaiheessa kahdesta konseptista valittiin toinen malli jatkokehitykseen. Tämän levymäisen työkalun eduiksi osoittautuivat edullisuus, yksinkertaisuus ja standardikomponenttien hyödynnettävyys.

3D-mallinnus sujui helposti, sillä tarvittavien valmiiden komponenttien, kuten määntien 3D-mallit, olivat koko ajan saatavilla ja suunniteltavien komponenttien soveltuvuus oli helppo varmistaa aina pienenkin muutoksen jälkeen. Mallinnustyötä nopeuttivat varmasti koulussa käydyt kurssit, joilla tässä työssä käytetyt sovellukset ovat tulleet tutuiksi. Vaikka työkalut ovat tutut, aikaa vievin osuus on 2D-piirustusten viimeistely. Suunniteltu työkalu valmistettaisiin niiden mukaan, joten piirustusten on oltava todenmukaisia ja kriittisiin mittoihin on kiinnitettävä huomiota erityisen tarkasti. Näin pystytään varmistumaan siitä, että valmistettava työkalu on sellainen kuin opinnäytetyössä on suunniteltu.

Työ eteni vauhdikkaasti, sillä se oli tekijälleen mielekäs ja tarvittavat työkalut olivat koko ajan käsillä. 3D-mallit ja 2D-piirustukset luovutetaan työntilaaajalle tämän opinnäytetyön päätteeksi ja tilaaja on myös vastuussa työkalun valmistamisesta ja käytännön testauksesta. Opinnäytetyöprojektin päättyessä valmistamisesta ei ole vielä päätetty.

LÄHTEET

- /1/ Wärtsilä lyhyesti, Viitattu 9.12.2015. <http://www.wartsila.com/fi/wartsila>
- /2/ Wärtsilä 32, Viitattu 21.2.2016. <http://www.wartsila.com/products/marine-oil-gas/engines-generating-sets/diesel-engines/wartsila-32>
- /3/ Stahlwille online-katalogi, Viitattu 21.2.2016. <http://www.stahlwille-online.de/index.php?amac=03030002000e&sid=-1&lid=1&mid=2&shid=&scmd=pdetail&pcid=2616&cid=4083&pid=4082>
- /4/ Laserleikkaus, Viitattu 21.2.2016. <http://www.hiltop.fi/laserleikkaus.php>
- /5/ Onninen, Rakenneteräs hinnasto maaliskuu 2015, Viitattu 21.2.2016. http://www.onninen.com/SiteCollectionDocuments/Finland%20Documents/Palvelut/Hinnastot/Teollisuushinnasto/Rakenneter%c3%a4shinnasto%203_2015.pdf
- /6/ Kivivuori, S., Metallien muokkaus, Viitattu 21.2.2016. <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/teknologia/html/06-3.html>
- /7/ Alumiinin pikakurssi, SAPA Group, Viitattu 21.2.2016. <http://www.sapagroup.com/fi/company-sites/sapa-building-system-ab/sapa-rakennusjarjestelmat/me/varfor-aluminium/egenskaper/>
- /8/ Sähkösinkitys, Lounais-Suomen putki OY, Viitattu 21.2.2016. <http://www.lsputki.fi/sahkosinkitys/index.html>
- /9/ Sähkösinkitys, Pinnoitus Helin, Viitattu 21.2.2016. <http://www.pinnoitushe-lin.fi/tuotanto/sahkosinkitys/>

Männän yläosan kiristystyökalu

Opinnäytetyönä suunniteltavan työkalun vaatimuslista.

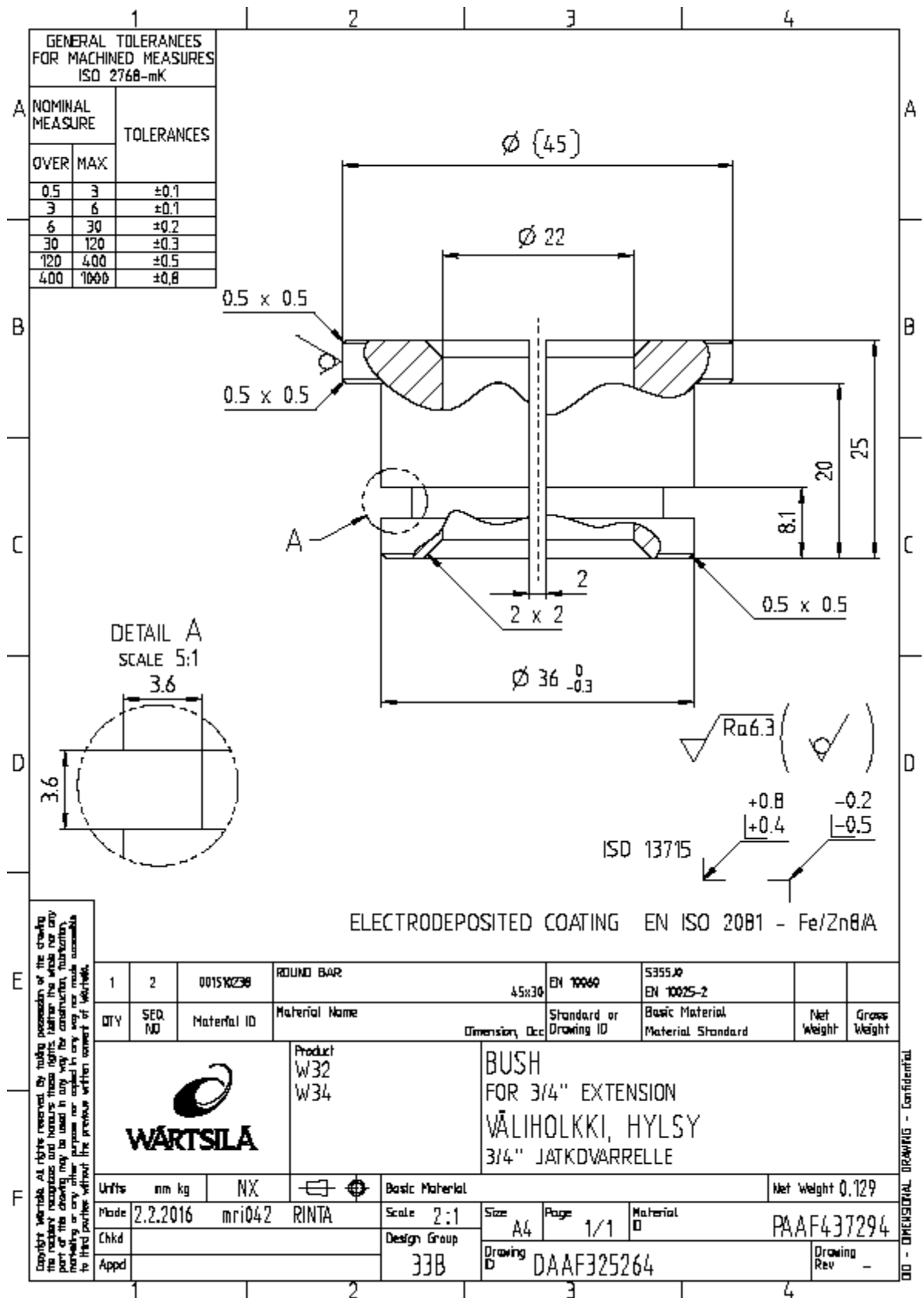
Rajoittavat tekijät:

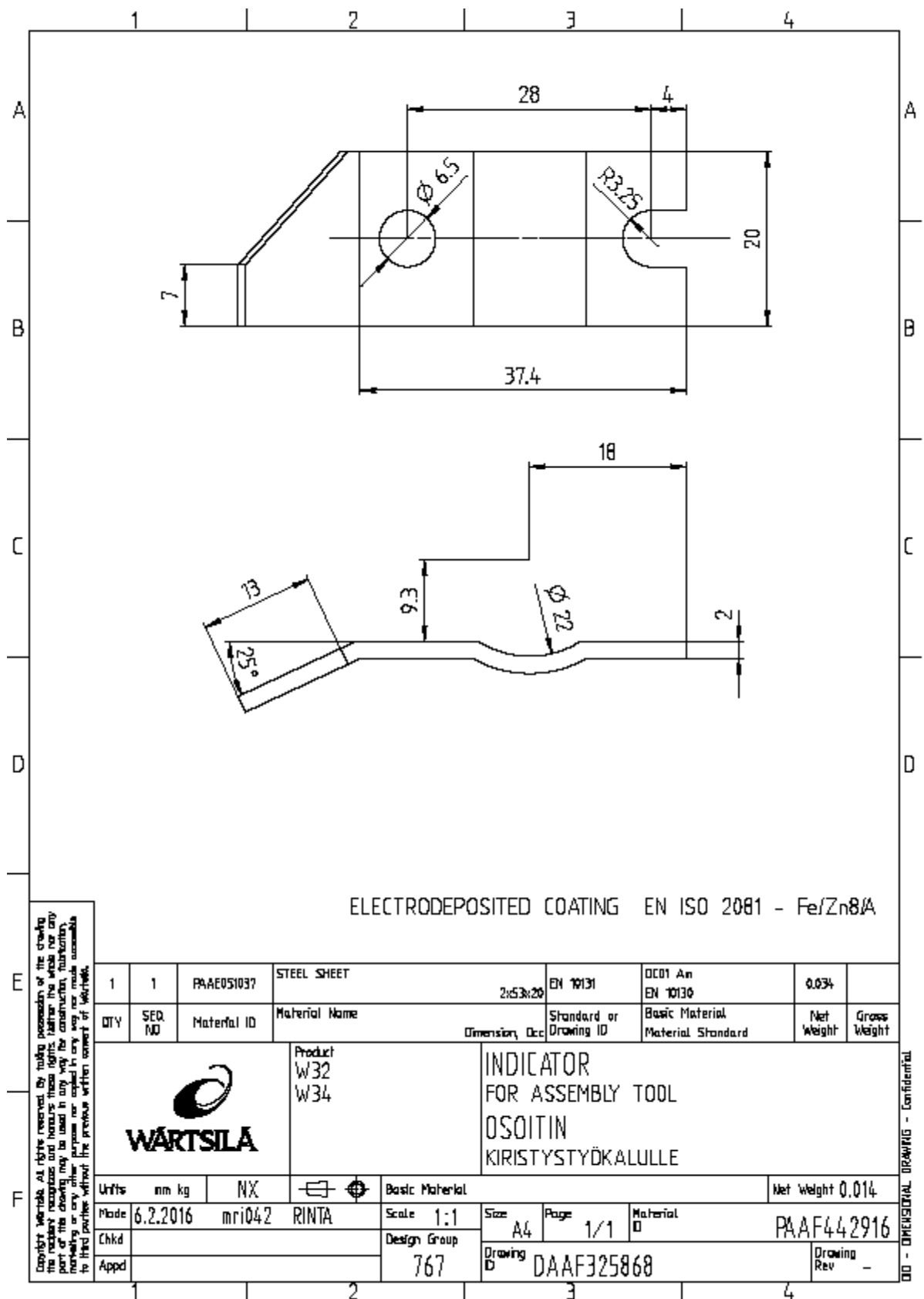
- Hinta
 - o Oltava edullinen työn tilaajalle, koska se toimitetaan moottoripaketin mukana toimitettavassa työkalusetissä.
- Säädettyvyys/sopivuus
 - o Säädettyvissä kolmen eri valmistajan pulttijaolle.
 - o Oma työkalu W32 ja W34 moottorityyppien männille.
 - o Säädettyvyys ei saa aiheuttaa kompromisseja työkalun tukevuudelle tai kestävyydelle.
- Tarkkuus
 - o Käytettävä astemitta oltava todella tarkka, jotta voidaan varmistua oikeasta kiristyskulmasta.
 - o Käytettävä $\frac{3}{4}$ " vääntiötä vääntimille.
- Kestävyys
 - o Huomioitava työkaluun kohdistuvat voimat.
- Käytettävyys
 - o Yksinkertainen käyttää ja koota, ettei työkalu jää monimutkaisuutensa takia käyttämättä.

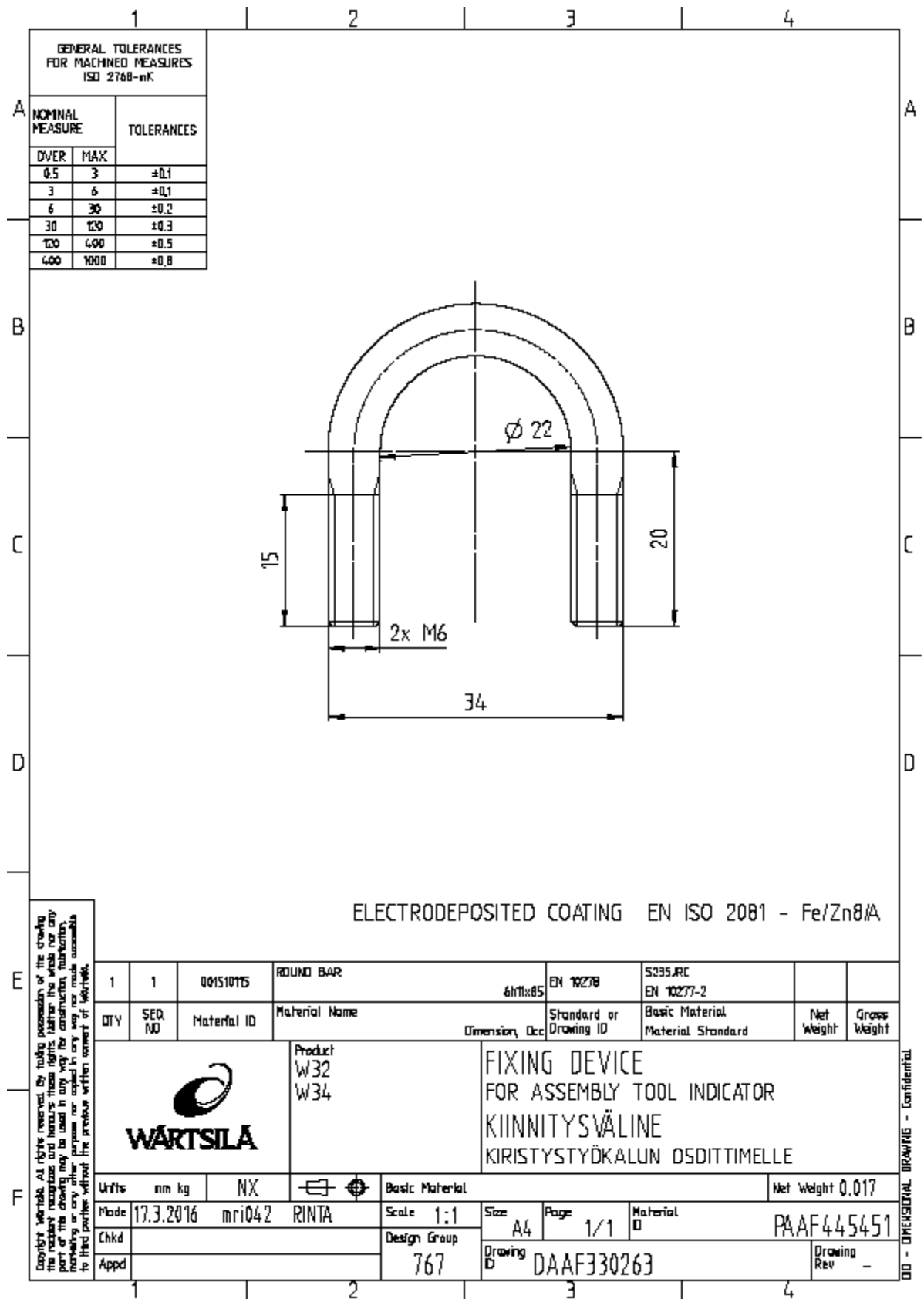
Vähemmän tärkeät tekijät:

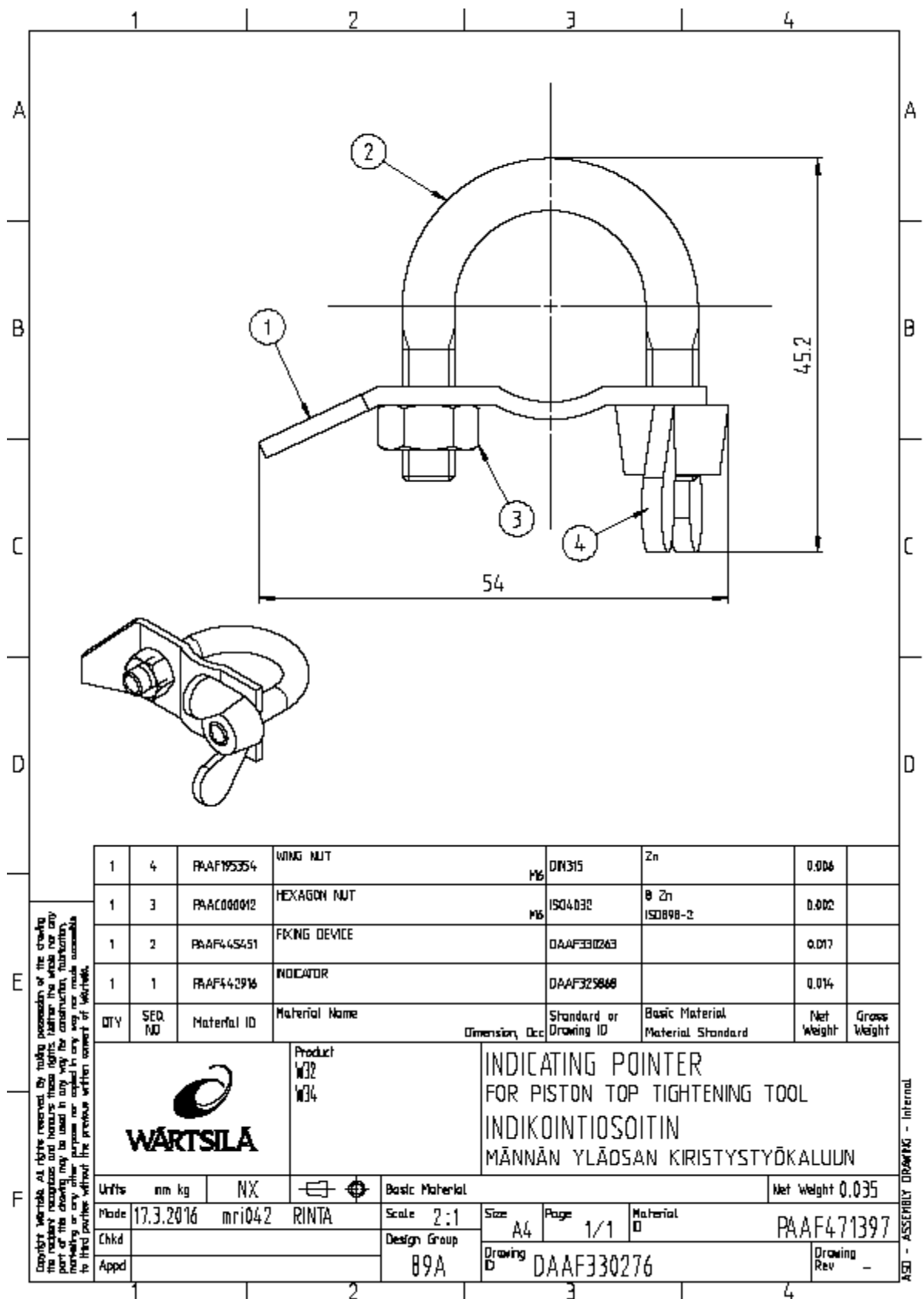
- Paino
 - o Yhden henkilön käytettävissä
 - o Kestävyys painonsäästön edellä.
- Pakkauksen koko
 - o Moottoritoimituksen yhteydessä ei työkalun tai sen pakkauksen koko ole rajaava tekijä. Jälkitoimituksessa ehkä?

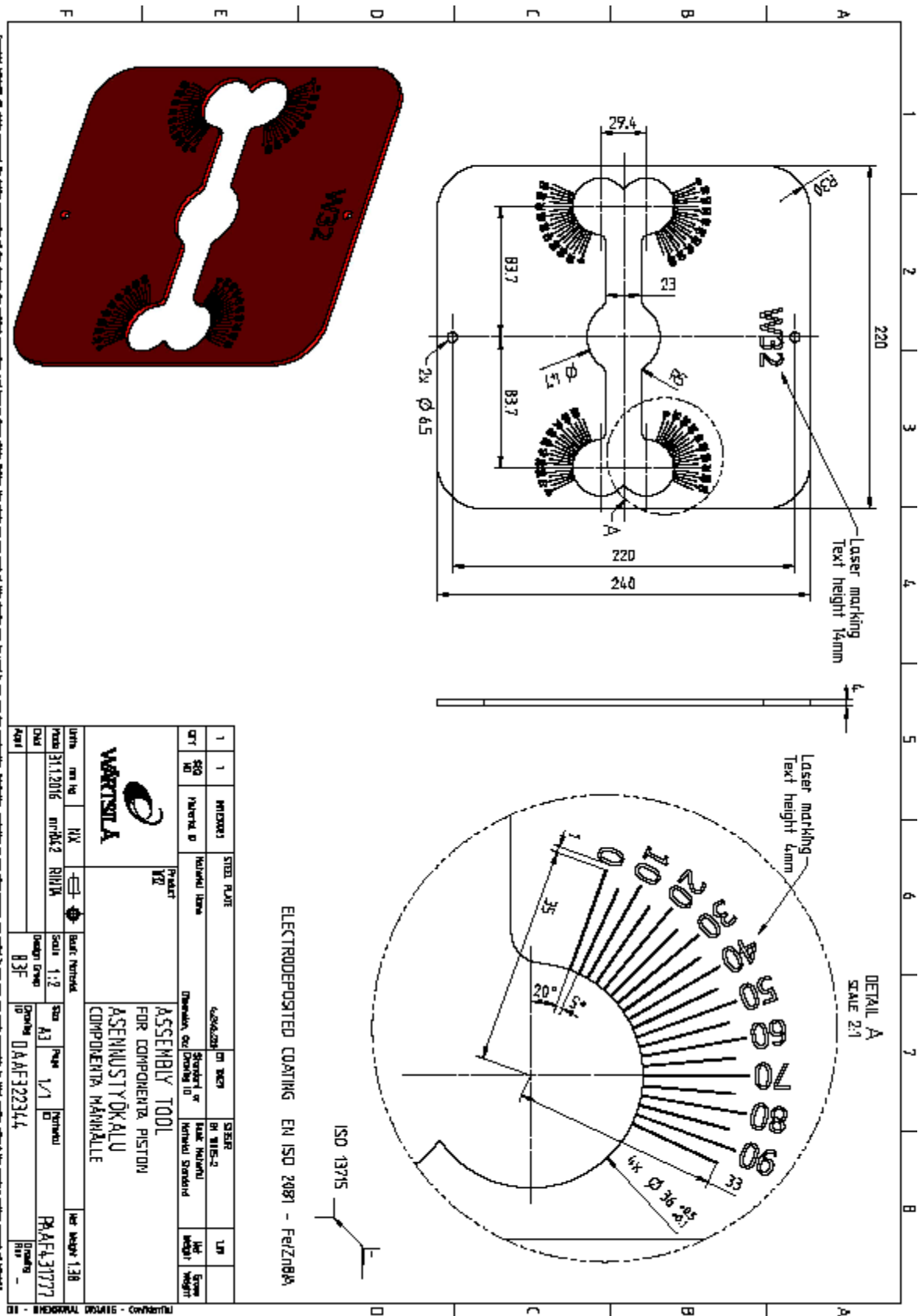
Työkalu suunnitellaan kentällä tehtävää männän yläosan vaihtohuoltoa varten. Useimmiten sen tekee yksi huoltomies jolloin työkalun yksi tehtävistä on tukea vääntövartta kiinnityspultteja kiristettäessä. Pultit kiristetään ensin työohjeessa ilmoitettuun momenttiin ja sen jälkeen vielä työohjeessa mainitun astekulman verran. Työkalussa on oltava mitta tätä astekulmaa varten. Suurin pultteja kiristettäessä käytettävä kiristysmomentti on 250Nm.







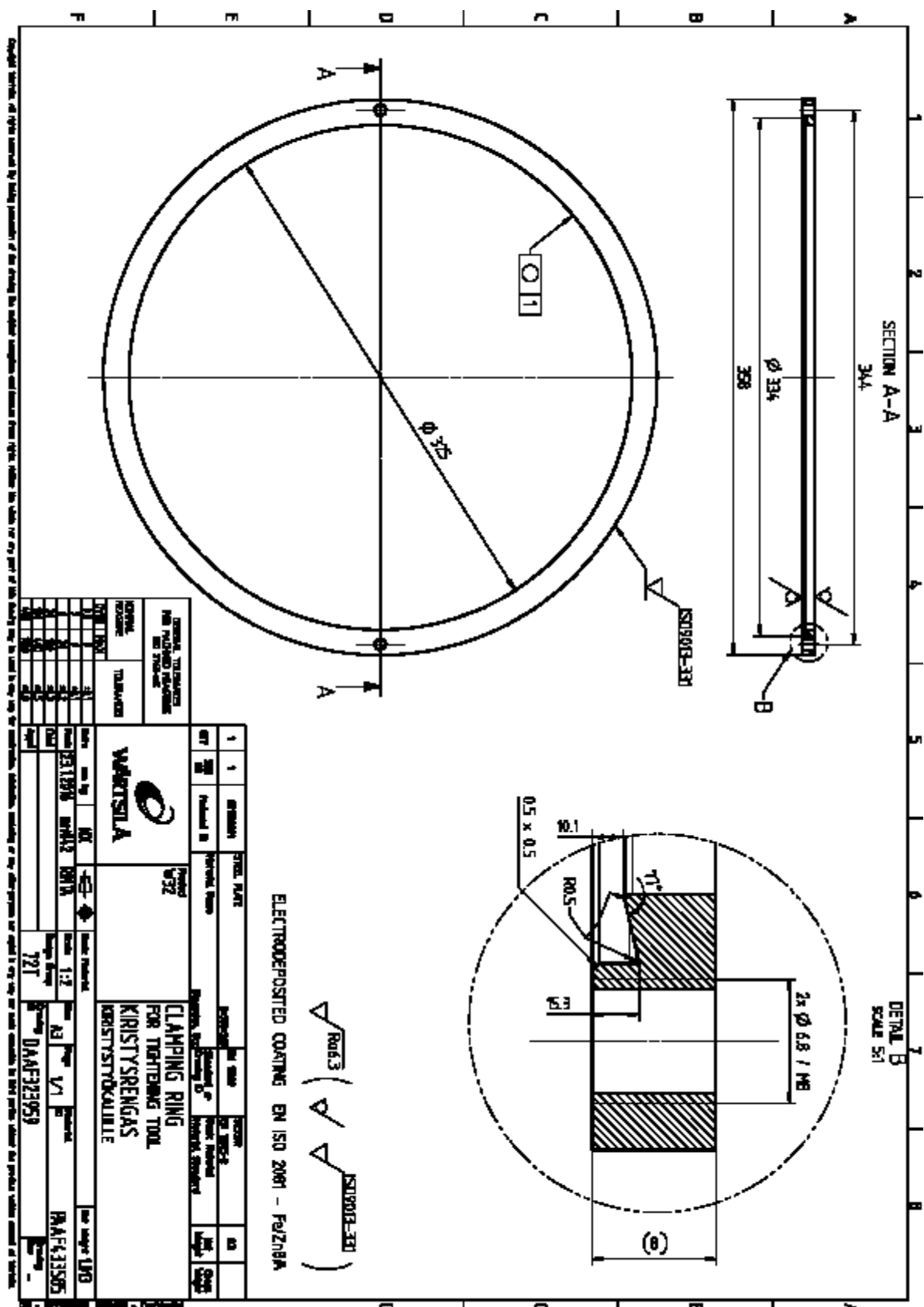


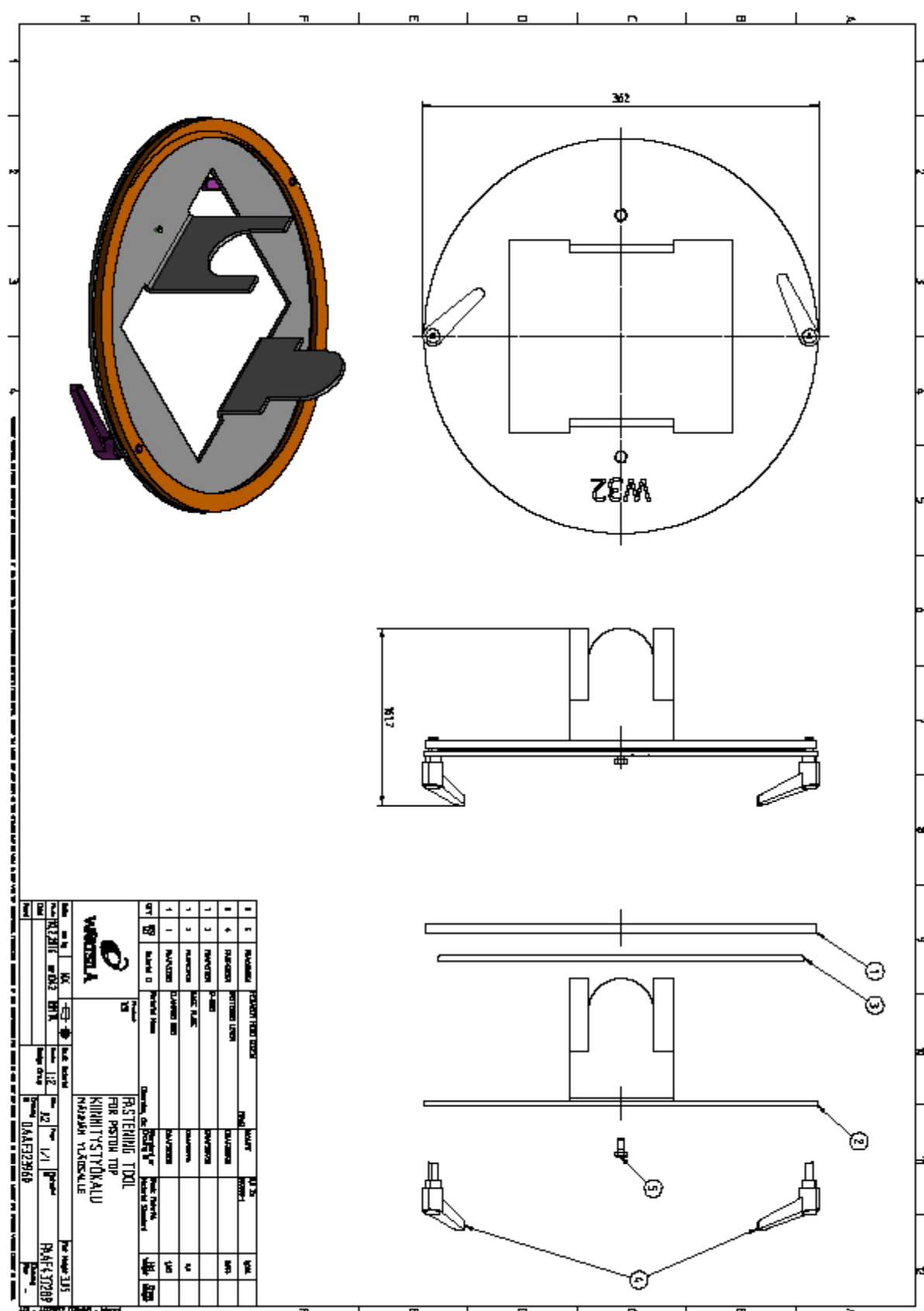


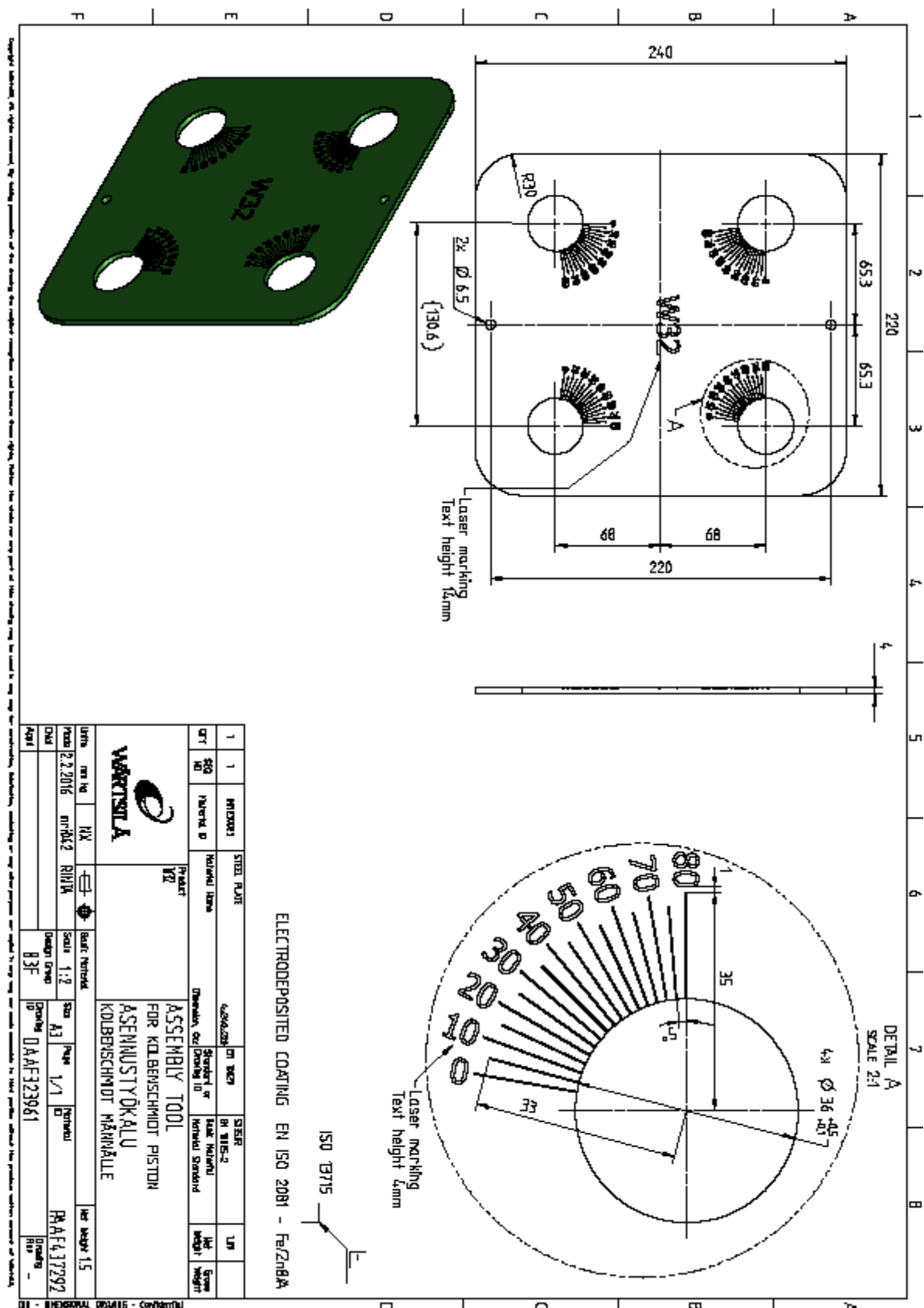
ELECTRODEPOSITED COATING EN ISO 2081 - Fe/ZnBA

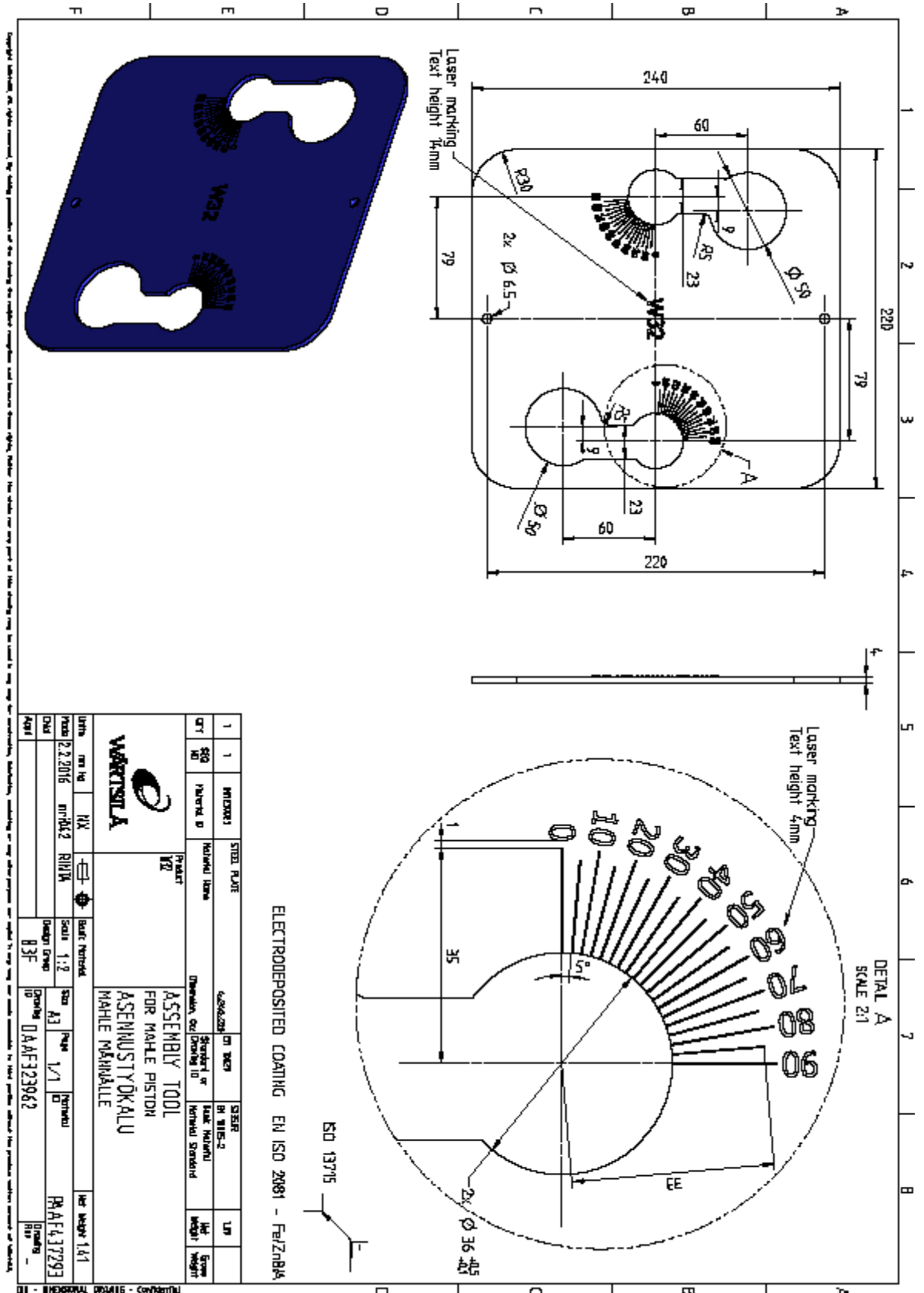
1	1	W32X3	STEEL PLATE	6061-T6	IN 302	SERIAL	LN
QTY	NO	Material ID	Material Name	Dimension (or Drawing ID)	Standard or Material Standard	Unit	Draw Height
			W32				
ASSEMBLY TOOL FOR COMPONENTA PISTON							
ASENNUSTYÖKALU COMPONENTA MÄNNÄLLE							
WARTSILA							
Items	mm	IN	Scale	Size	Page	Part	Ref
31.12.2016	mm	IN	1:2	A3	1/1	RAFA31777	138
31	31	31	31	31	31	31	31
31	31	31	31	31	31	31	31

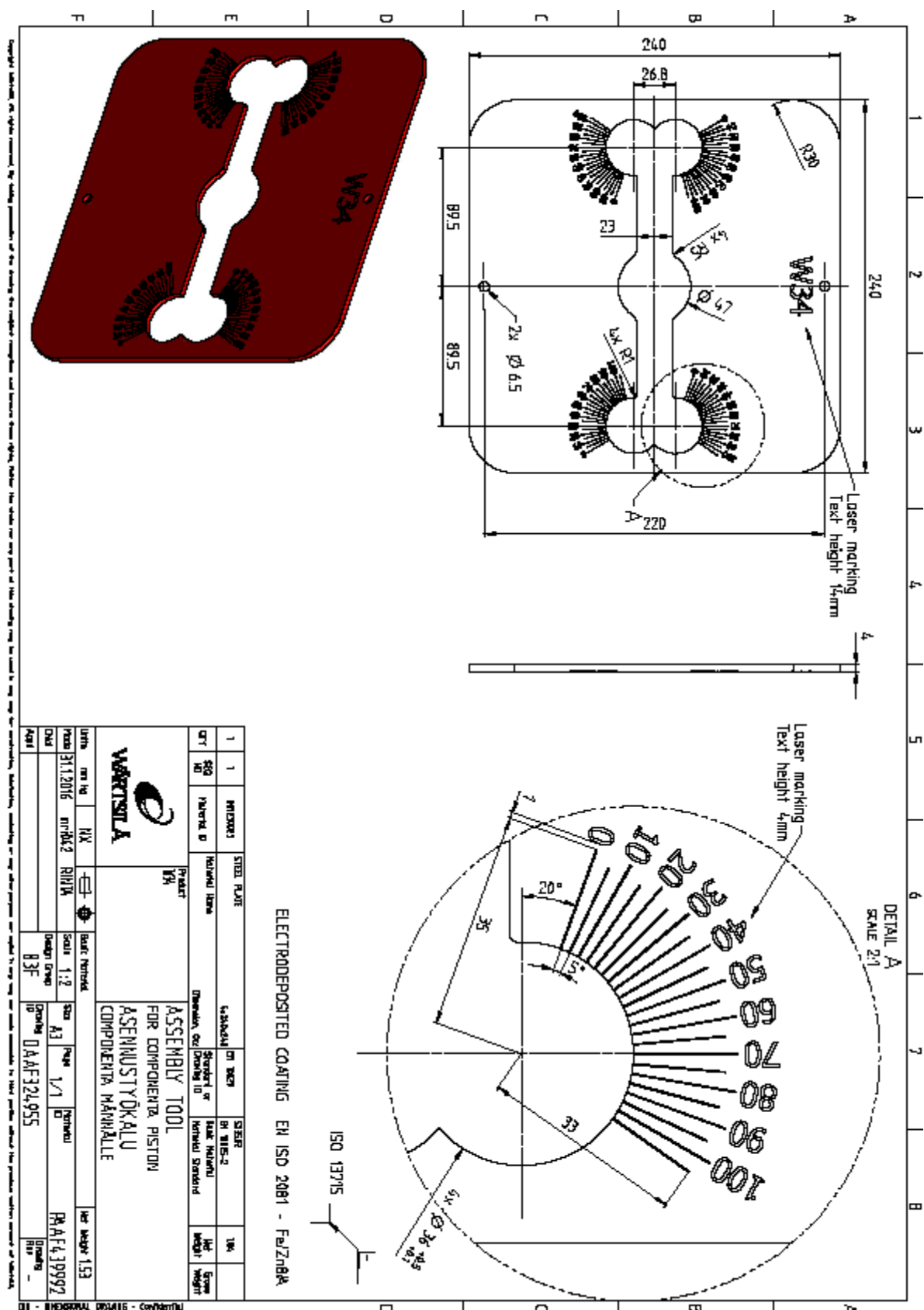
Copyright Wartsila Oy. All rights reserved. The drawing is the property of Wartsila Oy. It is not to be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or by any information storage and retrieval system, without the prior written permission of Wartsila Oy.

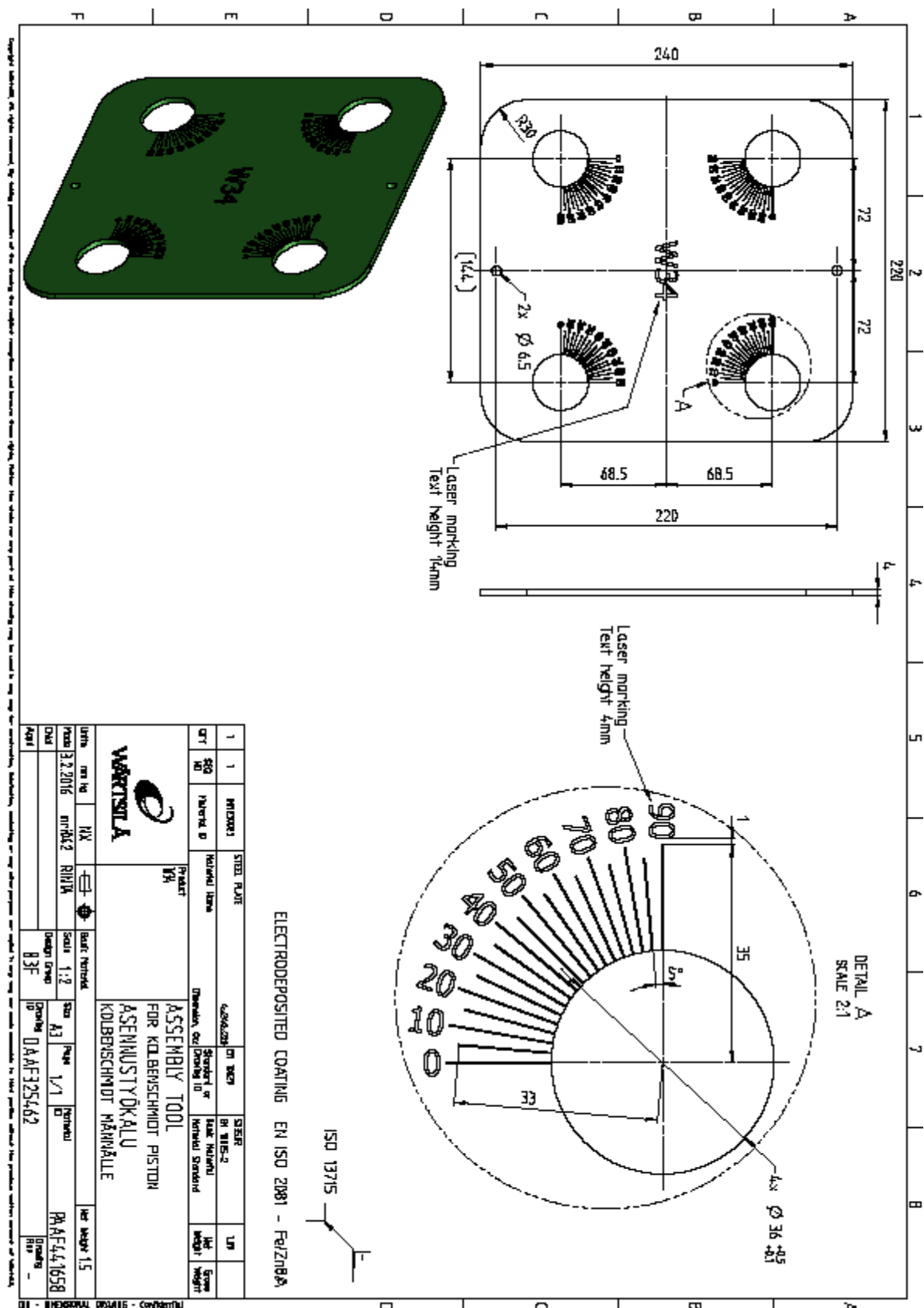




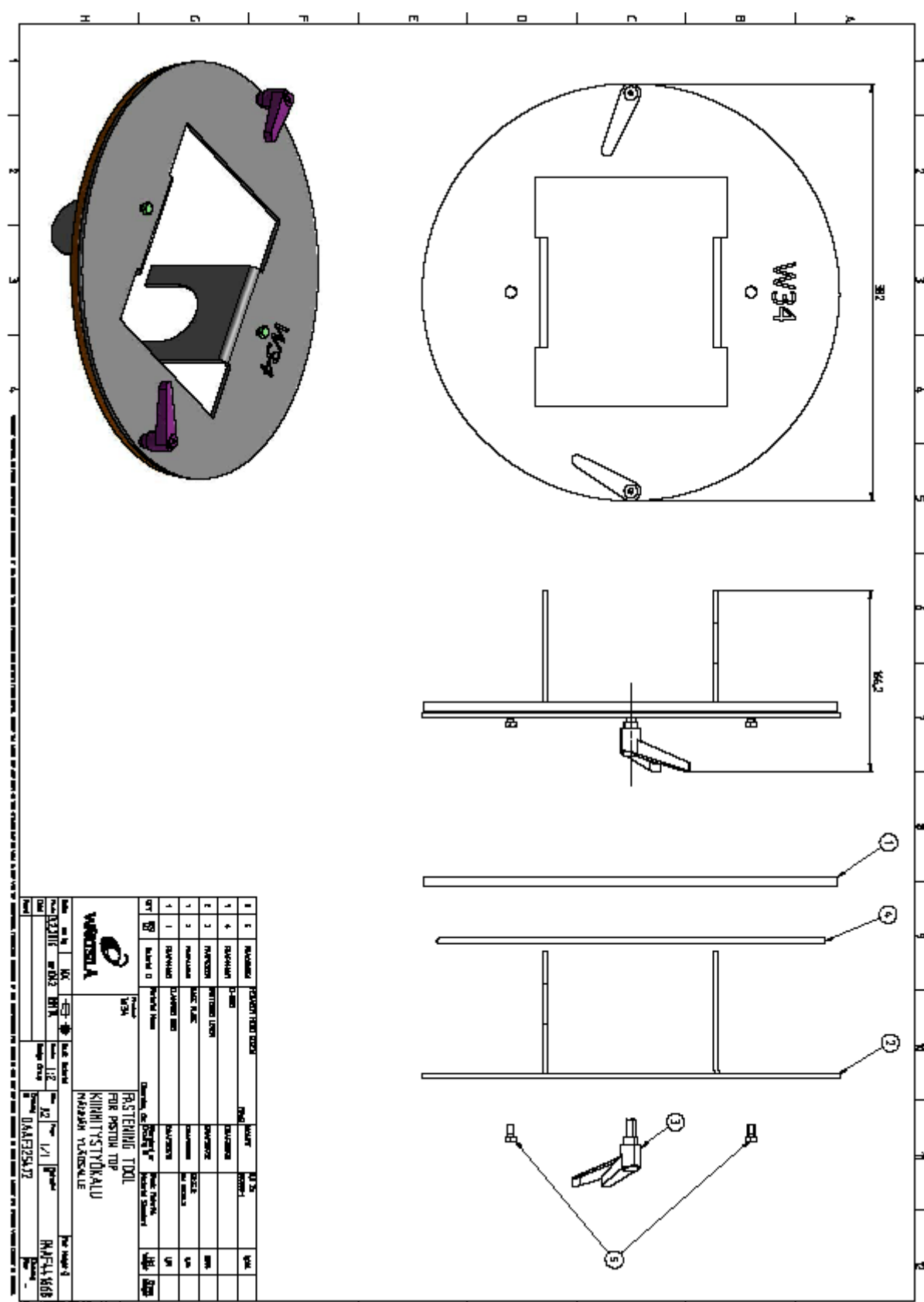













		© Wärtsilä Finland Oy Finland		Vetojousi männän yläosan kiristystyökalulle EXTENSION SPRING FOR PISTON TOP TIGHTENING TOOL			
This doc is the property of Wärtsilä Finland Oy and shall neither be copied, shown or communicated to a third party without the consent of the owner.						Confidential document	
Subtitle	Product -	Made	12.03.16	MR1042	PAGE 1 (1)	DOCUMENT NO: DAAF329740	Rev -
		Checked					
		Approved					
Revision Made		Revision Checked		Revision Approved		MEMO NO:	

1. TECHNICAL DATA

- Type: Extension spring
- Measurements (free, mm): 3x45
- Measurements (extended, mm): 3x100
- Wire diameter (mm): 0,4

2. APPROVED SUPPLIERS


Lesjöfors AB
 Köpmannagatan 2
 SE-65 226 Karlstad
 Sweden

2.1 REPRESENTATIVE IN FINLAND

Lesjöfors Springs Oy
 Hallimestarinkatu 7
 FIN-20780 Kaarina

3. ORDER TEXT

Pos.no	MATERIAL CODE No.	ORDER TEXT	SUPPLIERS REF.No
001	PAAF471447	Extension spring	3247

		© Wärtsilä Finland Oy Finland		O-rengas männän yläosan kiristystyökalulle O-RING FOR PISTON TOP TIGHTENING TOOL			
This doc is the property of Wärtsilä Finland Oy and shall neither be copied, shown or communicated to a third party without the consent of the owner.						Confidential document	
Subtitle	Product -	Made	12.03.16	MR1042	PAGE 1 (1)	DOCUMENT NO: DAAF329738	Rev -
		Checked					
		Approved					
Revision Made		Revision Checked		Revision Approved		MEMO NO:	

1. TECHNICAL DATA

- Type: O-Ring NBR70
- Measurements (mm):
 - Pos 001: 325,0x5,0
 - Pos 002: 345,0x5,0

2. APPROVED SUPPLIERS

Tiivistekeskus OY
 Mäkituvantie 5
 01510 Vantaa

3. ORDER TEXT

Pos.no	MATERIAL CODE No.	ORDER TEXT	SUPPLIERS REF.No
001	PAAF437290	O-Ring ø325	80643283000
002	PAAF441667	O-Ring ø345	80643299100

		© Wärtsilä Finland Oy Finland		Kiristyskahva männän yläosan kiristystyökalulle LEVER FOR PISTON TOP TIGHTENING TOOL					
This doc is the property of Wärtsilä Finland Oy and shall neither be copied, shown or communicated to a third party without the consent of the owner.						Confidential document			
Subtitle LEVER		Product -		Made 12.03.16 MR1042	Checked 	Approved 	PAGE 1 (2)	DOCUMENT NO: DAAF329732	Rev -
Revision Made		Revision Checked		Revision Approved		MEMO NO:			

1. TECHNICAL DATA

- Type: Adjustable Clamping Lever

- Measurements (mm):

D1	D2	L1	D3	H1	H2	H3	H4	L2
18	M8	16	13,5	31,0	6,5	3,0	45,0	62,0

2. APPROVED SUPPLIERS

Erwin Halder KG
Erwin-Halder-Straße 5-9
88480 Achstetten-Bronnen
Germany

2.1 REPRESENTATIVE IN FINLAND

Tanreco Oy
Konepajankatu 11
11710 Riihimäki

3. ORDER TEXT

Pos.no	MATERIAL CODE No.	ORDER TEXT	SUPPLIERS REF.No
001	PAAF437291	Fastening lever M8	244000331

